

Aus der Abteilung für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Michael Nehrlich
der Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

Wird die Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung
mit einer dreidimensionalen Darstellung der CT-Daten verbessert?

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Johanna Maria Schirmbeck

2010

Aus der Abteilung für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Michael Nehrlich
der Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

Wird die Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung
mit einer dreidimensionalen Darstellung der CT-Daten verbessert?

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Johanna Maria Schirmbeck

2010

Dekan: Prof. Dr. Bernhard Weber

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Bernd Kinner

2. Berichterstatter: PD Dr. Andreas Schreyer

Tag der mündlichen Prüfung: 5.3.2010

Gewidmet meinen Eltern,
meinem Bruder,
meinen Großeltern und
Norbert

Gliederung

1. Einführung	S. 8
2. Grundlagen	S. 9
2.1. Anatomie des Calcaneus	S. 9
2.2. Pathomechanik von Calcaneusfrakturen	S. 10
2.3. Klassifikationssysteme von Calcaneusfrakturen	S. 13
2.3.1. Klassifikation nach Essex-Lopresti	S. 13
2.3.2. Klassifikation nach Sanders	S. 14
2.3.3. Integral classification of injuries (ICI)	S. 15
2.4. Radiologische Methodik	S. 18
2.4.1. Arten und Funktionsprinzipien der dreidimensionalen Darstellungsweisen	S. 19
2.4.1.1. Multiplanare Reformation (MR)	S. 20
2.4.1.2. Maximum Intensity Projection (MIP)	S. 20
2.4.1.3. Surface Rendering (SR)	S. 21
2.4.1.4. Volume Rendering (VR)	S. 23
2.4.2. Theorie und Technik des Direkten Volume Rendering	S. 25
2.4.3. Vorteile und Nachteile des Direkten Volume Rendering	S. 27
3. Fragestellung und Studiendesign	S. 29
3.1. Fragestellung	S. 29
3.2. Studiendesign	S. 29
4. Material, Patienten und Methodik	S. 30
4.1. Patienten und Bildmaterial	S. 30
4.1.1. Calcaneus 1	S. 30
4.1.2. Calcaneus 2	S. 32
4.1.3. Calcaneus 3	S. 33
4.1.4. Calcaneus 4	S. 35
4.1.5. Calcaneus 5	S. 36
4.2. Vorgehensweise	S. 37
4.3. Fragebogen	S. 38
4.4. Auswertung und Statistik	S. 40

5. Ergebnisse	S. 41
5.1. Intraobserver Reliabilität	S. 41
5.2. Calcaneus 1	S. 42
5.2.1. Ergebnisse Calcaneus 1	S. 42
5.2.2. Beispielbilder Calcaneus 1	S. 47
5.3. Calcaneus 2	S. 51
5.3.1. Ergebnisse Calcaneus 2	S. 51
5.3.2. Beispielbilder Calcaneus 2	S. 55
5.4. Calcaneus 3	S. 56
5.4.1. Ergebnisse Calcaneus 3	S. 56
5.4.2. Beispielbilder Calcaneus 3	S. 61
5.5. Calcaneus 4	S. 63
5.5.1. Ergebnisse Calcaneus 4	S. 63
5.5.2. Beispielbilder Calcaneus 4	S. 68
5.6. Calcaneus 5	S. 71
5.6.1. Ergebnisse Calcaneus 5	S. 71
5.6.2. Beispielbilder Calcaneus 5	S. 76
5.7. Gesamtergebnisse	S. 79
5.7.1. objektiv zu beantwortende Fragen	S. 79
5.7.1.1. nicht beantwortete Fragen	S. 79
5.7.1.2. richtig beantwortete Fragen	S. 81
5.7.2. subjektiv zu beantwortende Fragen	S. 86
6. Diskussion	S. 88
7. Schlussfolgerung	S. 95
8. Zusammenfassung	S. 98
9. Literaturverzeichnis	S. 99
10. Anhang	S. 103

1. Einführung

Um einen Patienten mit Verletzungen des Knochen- und Muskelapparats schnell und bestmöglich behandeln zu können, bedarf es einer exakten Diagnostik, die die vorhandenen Verletzungen und Frakturen aufzeigt und dem Arzt die nötigen Informationen für die notwendige Behandlung geben kann {Daftary A, 2005}. Die exakte, problemorientierte und schnelle Erfassung der Verletzung, die Klassifikation und die darauffolgende Wahl der geeigneten Operationstechnik stellen mit steigender Komplexität zunehmende Forderungen an die Diagnostik {Freud M, 1999}. Sind bei einfachen Frakturen konventionelle Röntgenbilder in 2 oder mehr Ebenen ausreichend, so ist bei komplexeren Frakturen in der Regel eine Computertomographie (CT) notwendig {Lewandowski M, 2002}. Aber auch die Darstellungsweise der mit Spiralcomputertomographen erfassten Daten in zweidimensionalen Schichtbildern in axialer, coronarer und sagitaler Ebene (2D CT) kann zum Teil das Gesamtausmaß der Verletzung nicht aufzeigen. Als Ergänzung zu diesen Ebenen lassen sich durch den Einsatz moderner Spiral-Multislice-CTs und den damit erhaltenen lückenlosen Datensätzen weitere Ebenen rekonstruieren, deren Lage im Raum frei zu wählen ist. Wegen der verfügbaren großen Speicherkapazitäten von PCs ist es ohne großen Aufwand möglich, durch computergesteuerte Visualisierungstechniken eine dreidimensionale Darstellung der verletzten Körperteile zu rekonstruieren (3D CT) {Choplin R H, 2004}. Es ist in der Literatur allerdings umstritten, ob eine dreidimensionale Darstellung von Nutzen im klinischen Alltag ist.

Unsere Studie soll nun, am Beispiel von Calcaneusfrakturen, folgender Fragestellung nachgehen:

„Wird die klinische Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung mit einer dreidimensionalen Darstellung der CT-Daten verbessert oder liefern bereits die Schnittbilder in axialer, sagitaler und coronarer Ebene alle benötigten Informationen?“

2. Grundlagen

2.1. Anatomie des Calcaneus

Der Calcaneus ist der größte und zugleich der mit 60% am häufigsten frakturierte Knochen des Fußes {Eastwood D M, 1993}, der meist durch Krafteinwirkungen in axialer Richtung bricht, wie sie bei Stürzen aus größerer Höhe oder bei Verkehrsunfällen auftreten. Mehr als drei Viertel aller Calcaneusfrakturen sind intraartikulär, wobei 95% der Fälle die posteriore Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks betreffen {Rupprecht M, 2007}.

Die artikulierenden Flächen liegen auf der Ober- und der Vorderseite des Knochens. Betrachtet man den Calcaneus von kranial, so sieht man die drei Flächen, die den calcanealen Anteil des Talo-Calcaneal-Gelenks bilden. Die größte ist die Facies articularis talaris posterior (= hintere Facette), gefolgt von der Facies articularis talaris media (= mittlere Facette) und der Facies articularis talaris anterior (= vordere Facette). Von anterior betrachtet blickt man auf die Facies articularis cuboidea, die den Calcaneus mit dem Cuboid verbindet (Chopart Gelenk).

Der Calcaneus besteht aus einer äußeren Wand unterschiedlicher Dicke und einem inneren Trabekelwerk, dessen Bälkchen sich in charakteristischer Anordnung ausrichten, die sich aus den einwirkenden Kräften ergibt. Unter der Facies articularis talaris posterior sind die Trabekel vermehrt und dichter angeordnet, während sich in einem Dreieck darunter, dem „Neutral Triangle“, ein sehr gering ausgeprägtes Trabekelwerk findet, so dass dieser Bereich auch bei Frakturen vermehrt betroffen ist. Die Wanddicke des Calcaneus ist an der lateralen Wandung des Knochens besonders dünn, wodurch bei Verletzungen häufig eine laterale Ausbauchung („Lateral Bulge“) entsteht. Im Gegensatz hierzu ist die Wand in einem Bereich der Facies articularis talaris posterior sehr dick. Dieser winkelförmige Abschnitt unterhalb des Processus lateralis tali, der in einer Röntgenaufnahme von lateral einen Winkel zwischen 120° und 145° einschließt und sehr röntgendicht ist, wird „Gissane Winkel“ bezeichnet (Abbildung 1).

Für die physiologische Rückfußstatik spielt der „Böhler Winkel“ eine wichtige Rolle: denkt man sich eine Gerade durch den jeweils höchsten Punkt der posterioren Gelenkfacette beziehungsweise der anterioren Gelenkfacette, so schließt diese mit der Geraden, die man longitudinal durch das Tubermassiv legt, üblicherweise einen Winkel zwischen 20° und 40° ein.

Die stabilsten Teile des Calcaneus stellen das Sustentaculum tali (nachfolgend Sustentaculum genannt) und die mediale Wand dar {Rammelt S, 2004}.

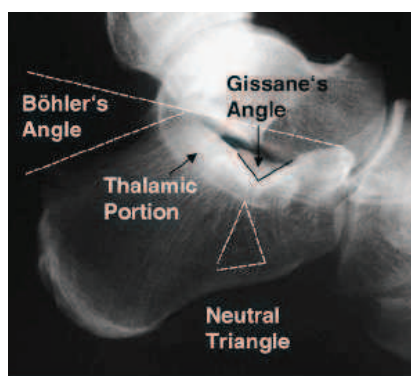


Abbildung 1: Röntgenaufnahme des Calcaneus von lateral {Rammelt S, 2004}

2.2. Pathomechanik von Calcaneusfrakturen

Die Art der Fraktur ist abhängig von der einwirkenden Kraft sowie deren Energie und Stoßzeit. Zudem spielen die Größe der betroffenen Fläche, die Fußposition bei dem Trauma, der Muskeltonus der stabilisierenden Muskulatur und der Mineralgehalt und die Dichte des Knochens für das Ausmaß der Fraktur eine bedeutende Rolle. Die Anzahl der entstehenden Fragmente korreliert positiv mit dem Energiegehalt des Stoßes. Die meisten Frakturen des Calcaneus sind Kompressionsfrakturen.

Die vertikale Achse des Talus liegt medial neben der des Calcaneus, also setzt sich eine einwirkende Kraft auf die Achse des Talus mehr auf die medialen Anteile des Calcaneus fort, wo sich das Sustentaculum befindet. Bei axialen Krafteinwirkungen resultiert aus dieser Anatomie dann eine typische erste Frakturlinie, die das Sustentaculum tali von dem Calcaneuskörper

abtrennt. Es entsteht ein superomediales Fragment, das dem Sustentaculum entspricht und ein posterolaterales Fragment, das den Körper des Calcaneus darstellt (Abbildung 2). Ist das Gelenk während des Traumas in Valgusstellung, liegt die Frakturlinie mehr lateral, so dass ein großes superomediales Fragment entsteht. Ist es hingegen in Varusstellung, liegt die Frakturlinie eher medial und es ergibt sich ein großes posterolaterales Fragment. Manchmal zeigt sich dann sogar eine isolierte Sustentaculumfraktur. Kräfte auf den Processus lateralis tali bewirken eine Drehung des Calcaneus, sodass das Talo-Calcaneal-Gelenk in Eversionsstellung (Valgus) gebracht wird.

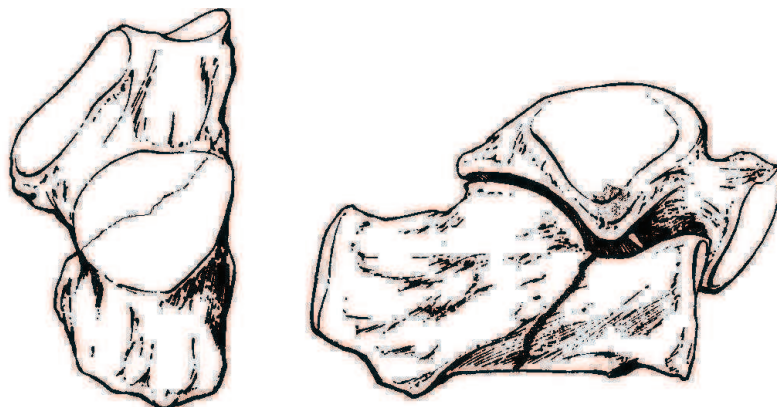


Abbildung 2: erste Frakturlinie bei axialer Krafteinwirkung {Rüter A, 1995}

Entstehen bei dem Trauma größere Kräfte, so zeigt sich oft eine zweite Frakturlinie, die in der posterioren Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks beginnt. Je nach Gelenkstellung in Dorsal- oder Plantarflexion während der Krafteinwirkung läuft die Frakturlinie dann nach unten und hinten und verlässt dort das Tuber calcanei im Sinne einer „Tongue Type Fraktur“. Die zweite Möglichkeit ist, dass sie nach oben läuft, wo sie durch die posteriore Facette hindurch tritt oder knapp hinter ihr aus dem Knochen austritt, um eine „Joint Depression Fraktur“ zu erzeugen (Abbildung 3).

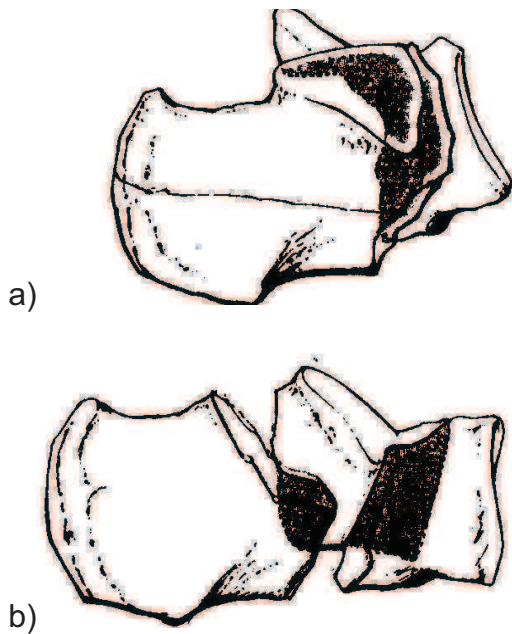


Abbildung 3: a) Tongue Type Fraktur b) Joint Depression Fraktur
{Rüter A, 1995}

Ist an dieser Stelle die Deformationsenergie noch nicht aufgebraucht, kommt es zur weiteren Dislokation und Impression der entstandenen Knochenbruchstücke bis hin zur vollständigen Depression der posterioren Facette in das Tubermassiv und zur Vorwölbung der lateralen Knochenwand nach außen („Lateral bulge“). Dies führt zu einer Verkürzung und Verbreiterung des Rückfußes mit zusätzlicher Varisierung, die sich aus der nicht zentral ansetzenden Zugrichtung der Achillessehne ergibt.

Weitere Frakturlinien verlaufen sehr unterschiedlich, teils auch das Calcaneo-Cuboid-Gelenk betreffend, wodurch ein zusätzliches anterolaterales Fragment entsteht {Rammelt S, 2004; Buddecke D, 2005}.

Durch multiple Frakturlinien können bis zu 5 Fragmente des Calcaneus entstehen: sustentaculares Fragment, tuberositäres Fragment, posteriores Facettenfragment, Processus-anterior-Fragment und das anteriore Facettenfragment {Zwipp, 1995}.

Eine Übersicht über die verschiedenen Frakturlinien, die dadurch entstehenden Fragmente, die Gelenkbeteiligung und die von Zwipp et al. vorgeschlagenen operativen Zugangswege gibt Abbildung 4.



Abbildung 4: Einteilung der Frakturen nach Zwipp; die 5 Hauptfragmente entsprechen: 1= sustentacular; 2= tuberositär; 3= posteriores Facettenfragment; 4= Processus-anterior-Fragment; 5= anteriores Facettenfragment {Zwipp, 1995}

2.3. Klassifikationssysteme von Calcaneusfrakturen

2.3.1. Klassifikation nach Essex-Lopresti

Die Klassifikation von Calcaneusfrakturen stellt aufgrund der komplexen Anatomie und den multiplen Frakturarten eine sehr schwierige Aufgabe dar. Bereits 1916 beklagten Cotton und Henderson in einer Veröffentlichung:

„Attempts to classify these fractures are about as useful as trying to classify a walnut shell after the nutcracker is through with it.“ {Cotton F J, 1916}

Trotzdem oder gerade deswegen wurden eine Vielzahl verschiedener Klassifikationssysteme entwickelt, aber nur wenige sind allen behandelnden Ärzten bekannt und können von ihnen sinnvoll angewandt werden {Kinner BJ,

2002}. Die gebräuchlichste Klassifikation ist die von Essex-Lopresti, die als einzige von den historischen Klassifikationssystemen bis heute im Klinikalltag benutzt wird. Sie orientiert sich an konventionellen Röntgenbildern und teilt die Calcaneusfrakturen je nach Frakturmechanismus in „Tongue Type Fraktur“ oder „Joint Depression Fraktur“ ein, die unter 2.2. bereits beschrieben wurden. Daneben existieren noch die undislozierte Fraktur und die Trümmerfraktur {Essex-Lopresti, 1952}.

2.3.2. Klassifikation nach Sanders

Die Klassifikation nach Sanders basiert auf coronaren und axialen CT-Schichtbildern, die es gestatten, die posteriore Facette gut einzusehen. Diese wird bei der Sanders-Klassifikation durch zwei Linien A und B, in einen medialen, zentralen und einen lateralen Anteil aufgeteilt. Durch eine dritte Linie C, die durch den mittleren Teil der posterioren Facette läuft, wird das Sustentaculum vom Körper des Calcaneus abgetrennt. Ergo sind maximal 4 Fragmente und 3 potentielle Frakturlinien gegeben, wobei Linie A am weitesten lateral liegt und Linie C am weitesten medial. Die Einteilung in die verschiedenen Frakturtypen erfolgt folgendermaßen:

Typ I fasst alle nicht dislozierten Frakturen zusammen, die die posteriore Facette des Subtalargelenks betreffen, unabhängig von der Anzahl der Fragmente. Bei Typ II Frakturen liegen 2 Fragmente vor, die disloziert sind; diese können, je nach Frakturlinie, noch in Typ II A, II B und II C eingeteilt werden. Typ III umfasst alle intraartikulären Frakturen mit 3 Fragmenten, charakterisiert durch ein mediales tiefer gelegenes Fragment. Auch dieser Typ wird in 3 Subtypen eingeteilt: Typ III AB, III AC und III BC. Mit Typ IV werden allen noch komplizierteren Frakturmuster (meist Trümmerfrakturen) klassifiziert {Furey A, 2003}.

Zur Verdeutlichung der Frakturlinien und der Typen siehe Abbildung 5.



Linien A, B, C der
posterioren Facette



Typ II Frakturen



Typ III Frakturen



Typ IV Frakturen

Abbildung 5: Sanders-Klassifikation bei intraartikulären Frakturen des
Calcaneus {Grala P, 2007}

2.3.3. Integral Classification of Injuries (ICI)

Zu einer noch detaillierteren Beschreibung von Verletzungsmustern wurde die „Integral Classification of Injuries“ (ICI) entwickelt und steht derzeit in klinischer Erprobung. Sie erfasst Knochenfrakturen ebenso wie Gelenkbeteiligungen, Knorpelschäden und Verletzungen von Bändern und Gelenkkapseln. Diese Klassifikation ist nicht spezifisch auf den Fuß ausgerichtet, sondern kann systematisch deskriptiv am gesamten Skelett des Körpers angewendet werden. Da in dieser Studie der Calcaneus als Beispielknochen gewählt wurde, soll die ICI nun exemplarisch für diesen Knochen erläutert werden.

Es wurden für die ICI mehrere Übereinkünfte getroffen, die es einzuhalten gilt, und nach denen ein Code erstellt wird, der die Verletzung möglichst ganzheitlich beschreibt. Diese lauten wie folgt:

1. Bei Diagnosestellung wird zuerst die Lokalisation im Körper (Knochengruppe, Region in der Gruppe, Knochen und Knochensegment bzw. Gelenk), dann die Morphologie der Verletzung (Verletzungsart, Gewebeteilung, Schwere der Verletzung und Ausmaß einer Dislokation) beachtet.
2. Die Knochen des Körpers werden von proximal nach distal und von medial nach lateral durchnummeriert (Abbildung 6). Der Fuß erhält hier die Codenummer 8 und wird weiter in Rück-, Mittel- und Vorfuß (nach der 8 folgt dann eine 1, 2 oder 3) eingeteilt. Der Calcaneus ist dem Rückfuß zugeordnet und erhält dort Nummer 2 (was dann in dem Code an 3. Stelle steht). Im Gesamten lautet dann der Code bis hierhin 81.2. Weiter werden die Knochen in 3 Segmente unterteilt. Der Calcaneus unterteilt sich in einen proximalen Anteil, zu dem der Körper inklusive der Tuberositas calcanei und der posterioren Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks gehört, einen Mittelteil, dem das Sustentaculum, die mittlere Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks und der Sulcus calcanei zugeordnet werden und einen distalen Teil, bestehend aus dem Processus anterior mit der vorderen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks und der cuboidalen Facette.

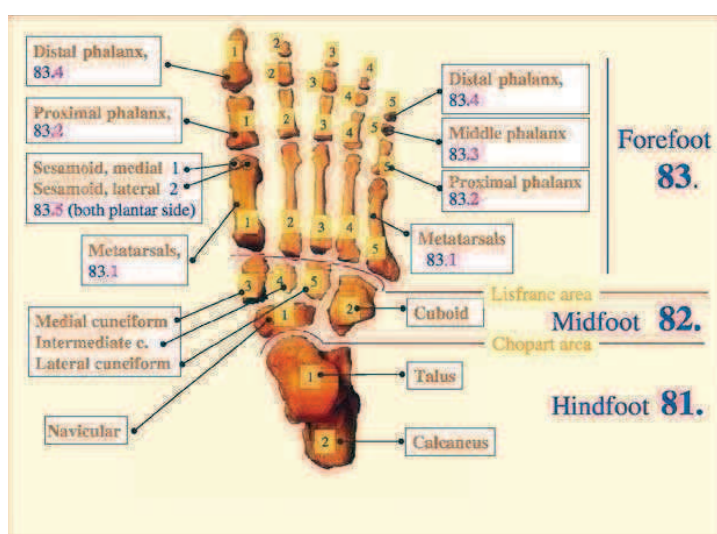


Abbildung 6: Nummerierung der Knochen des Fußes in der ICI-Klassifikation

{Zwipp H, 2004}

3. Gelenke werden mit kleinen lateinischen Buchstaben bezeichnet, deren Reihenfolge ebenfalls von proximal nach distal und von medial nach lateral angeordnet ist. Einzelne Facetten eines Gelenks werden mit je einem Buchstaben gesondert bezeichnet. Beim Calcaneus erhält die posteriore Facette den Buchstaben „d“, die mittlere „e“ und die vordere „f“. Das Calcaneo-Cuboid-Gelenk wird mit „h“ gekennzeichnet.

4. Die Frakturart wird in 4 unterschiedliche Typen eingeteilt:

A: extraartikulär: der Knorpel der Gelenkfläche ist intakt

B: intraartikulär: der Gelenkknorpel ist beteiligt, über die Hälfte des Knochens befindet sich noch in regulärer Stellung zum Gelenk

C: Gelenkfraktur mit Dislokation: der Gelenkknorpel ist beteiligt, der Hauptteil des Knochens befindet sich in irregulärer Stellung zum Gelenk

D: reine Dislokation: Weichteilverletzung, bei der ein kompletter Teil des Gelenks disloziert ist

Nach dem Großbuchstaben folgt in arabischen Ziffern die Anzahl der beteiligten Gelenke.

5. Die Richtung der Dislokation wird mit kleinen griechischen Buchstaben angegeben, dabei wird je der Anfangsbuchstabe der Richtungsangabe gewählt (Ausnahme: posterior wird mit β abgekürzt).

6. Subgruppen beschreiben die Art des geschädigten Gewebes (Knochen= 1, Knorpel= 2 oder Ligamenta= 3), die Art der Schädigung und das Ausmaß der Dislokation. Für Knochen steht im Code die Nummer 1, als Arten der Verletzung stehen hier einfache Fraktur (1), Keilbildung (2) und multifragmentäre Fraktur (3) zur Auswahl. Die Dislokation wird in Schweregraden von 1 bis 3 eingeteilt. Im Code erscheinen diese Angaben nach Bezeichnung des Gelenks mit Kleinbuchstaben, jeweils durch einen Punkt getrennt (z.B. d (1.3.2) für multifragmentäre (3) Knochenfraktur (1) der posterioren Facette (d) mit mittelschwerer Dislokation (2)).

7. Der Code enthält die Lokalisation (siehe Punkte 1 und 2) und die Morphologie (wie in Punkten 3-6 besprochen) der Verletzung.

8. Als ausgedehnte Fraktur („Extended Fracture“) bezeichnet man jene, bei der von einem Knochen mehrere Segmente frakturiert sind und der angrenzende Knochen ebenfalls frakturiert ist, sich aber alles in einer Region abspielt (z.B. im Mittelfuß).

9. Reichen die multiplen Frakturen über eine Region hinaus, spricht man von verbundenen Frakturen („Linked Fractures“).
10. Das komplexe Fußtrauma („Complex Foot Trauma“, CFT) stellt das Ergebnis mehrfacher komplexer Verletzungen des gesamten Fußes dar {Zwipp H, 2004}.

2.4. Radiologische Diagnostik

Seit der Einführung in den 70er-Jahren bekam die Computertomographie eine immer wichtigere Bedeutung in der Diagnostik von Calcaneusfrakturen. Im Gegensatz zu konventionellen Röntgenaufnahmen ermöglichen Computertomographen gerade bei komplizierten Frakturmustern eine bessere Visualisierung der Fragmentdislokation und liefern wichtige Zusatzinformationen über Subluxations- oder Luxationsstellung der Gelenke, über Trümmerzonen und Impressionen. Dies führt neben einer erhöhten Qualität der Frakturklassifikation zu einem besseren Verständnis des Verletzungsmusters und ist somit eine wichtige Voraussetzung für die notwendigen Entscheidungen über eine optimale Frakturversorgung, wie 1993 von Eastwood et al. in einer Studie belegt wurde. Zu dieser Zeit war es auch, als sich das CT zum Goldstandard der Diagnostik von komplexen Calcaneusfrakturen entwickelte {Eastwood DM, 1993}.

Durch die Weiterentwicklung zum Spiral-Multislice-Computertomographen (Spiral-MC-CT) und die damit erhaltenen lückenlosen Datensätze erweiterten sich zwischenzeitlich die Visualisierungsmöglichkeiten der Datensätze erheblich: es wurden optimierte multiplanare und dreidimensionale Rekonstruktionsarten entwickelt.

In Bezug auf die Strahlenexposition und die Kostenintensivität sind die heutzutage eingesetzten Spiral-MC-CTs nahezu gleichwertig im Vergleich zu den ansonsten bei schwierigen Gelenkverletzungen notwendigen zahlreichen konventionellen Röntgenaufnahmen {Kaufmann G, 2001; Burkhardt M, 2003}.

2.4.1. Arten und Funktionsprinzipien der dreidimensionalen Darstellungsweisen

Die dreidimensionale Darstellung von CT-Datensätzen kann mit verschiedenen Visualisierungstechniken erfolgen. Die gebräuchlichsten Techniken sind „Multiplanare Reformation“ (MPR), „Maximum Intensity Projection“ (MIP), „Surface Rendering“ (SR) und „Volume Rendering“ (VR), mit dem erst später, dank der verbesserten Hardware der Computer, die ersten Bilder erzeugt werden konnten {Calhoun P, 1999}.

Die bei Spiral-MC-CTs gewonnenen Datensätze stellen, aus der Technik dieser CTs bedingt, kleine Volumeneinheiten dar, die sogenannten „Voxels“ (=„Volume Picture Elements“). Im Gegensatz dazu stehen die zweidimensionalen „Pixels“, die „Picture Elements“ (Abbildung 7).

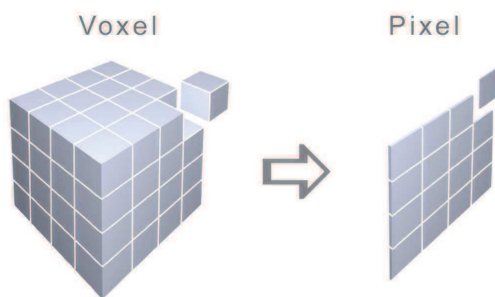


Abbildung 7: Voxel versus Pixel {Heine C H, 2004}

Voxels sind kleine Quader, deren Kantenlängen je nach Auflösung und Schichtdicke des Datensatzes variieren. Sie werden aufeinander gestapelt und ergeben so im Gesamten ein dreidimensionales Gebilde. Optimalerweise sollten diese Voxels isotropisch aufgebaut sein, was bedeutet, dass alle Seitenlängen gleich lang sind. Dies wird annähernd mit den Spiral-MC-CTs bei dünner Schichtdicke erreicht {Macari M, 2002}.

Die Pixels werden hingegen in einer Ebene angeordnet, so dass eine zweidimensionale Fläche entsteht. Um nun Voxels auf den planaren Bildschirmen der Computer zeigen zu können, wird die Umrechnung der Voxel-Daten in Pixels benötigt. Bei dieser Umrechnung geht zwangsläufig Information

verloren. Je mehr Primärdaten erhalten werden können, desto höher wird auch die Qualität der Darstellung sein.

2.4.1.1. Multiplanare Reformation

Bei der „Multiplanaren Reformation“ (MPR) werden Schnittebenen in beliebiger Lage im Raum durch das Untersuchungsvolumen gelegt. Die jeweils angeschnittenen Voxels werden nachfolgend den entsprechenden Pixels zugeordnet. Auf diese Weise stehen dem Betrachter neben den üblichen axialen, sagitalen und coronaren Ebenen auch noch weitere Ebenen zur Verfügung, die eine verbesserte Diagnostik erlauben.

Von Nachteil an der MPR ist, dass, um einen Körperteil in toto gut beurteilen zu können, sehr viele Schichten durch das Objekt gelegt und rekonstruiert werden müssen. Zudem entsteht bei dieser Visualisierungstechnik kein dreidimensionaler Effekt. Auch die Diagnostik mit MPR weist Schwierigkeiten auf, denn der beurteilende Arzt muss über ein exzellentes räumliches Vorstellungsvermögen verfügen, um die beliebig im Raum verteilt liegenden Ebenen virtuell zu einem Gesamtbild zusammenfügen zu können.

Abbildung 8 zeigt schematisch das Prinzip der MPR.

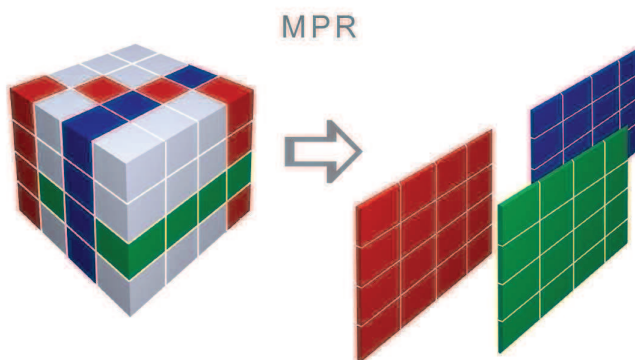


Abbildung 8: Prinzip der „Multiplanaren Reformation“ {Heine C H, 2004}

2.4.1.2. Maximum Intensity Projection

Das Prinzip der „Maximum Intensity Projection“ (MIP) besteht darin, das Volumen von einer bestimmten Richtung aus zu betrachten, indem man

parallele mathematische Strahlen durch das Volumen schickt und aus jeder Reihe von Voxels, durch die ein Strahl läuft, dasjenige Voxel herausfiltert, das die höchste Signalintensität hat. Dieses wird dann als Pixel entsprechend im Endbild dargestellt (Abbildung 9). Auf diese Weise lassen sich farbintensive Gebilde (z.B. dichte Gewebe oder Gefäße) aus der restlichen Umgebung hervorheben und mit relativ wenigen Schnittbildern darstellen. Man bekommt so einen guten strukturellen Überblick. Die Schwierigkeit dabei besteht darin, dass keinerlei Tiefeninformation gewonnen werden kann, nur ein geringer dreidimensionaler Effekt entsteht und dass Strukturen mit gleich hoher Intensität, die hintereinander liegen, alle herausgefiltert werden und miteinander verschmelzen. Daher sind Rekonstruktionen aus verschiedenen Blickwinkeln und gute anatomische Kenntnisse des Betrachters wichtige Voraussetzungen für das Arbeiten mit dieser Visualisierungstechnik. Das wichtigste Anwendungsgebiet der MIP ist die Darstellung von Gefäßen im Rahmen von CT- oder MRT-Angiographien {Blank M, 2000}.

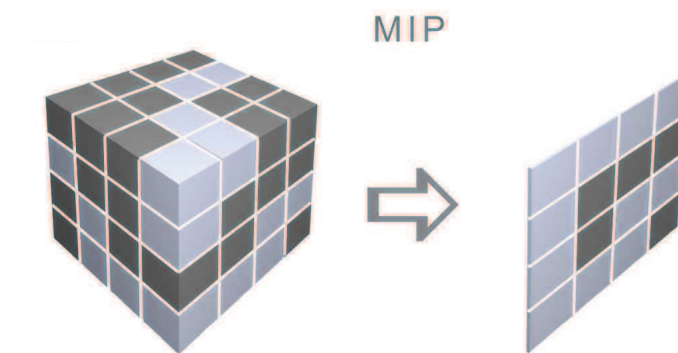


Abbildung 9: Prinzip der „Maximum Intensity Projection“ {Heine C H, 2004}

2.4.1.3. Surface Rendering

„Surface Rendering“, auch „Polygon Rendering“ genannt, und „Volume Rendering“ können im Vergleich zu den beiden oben erläuterten Techniken wesentlich bessere räumliche Eindrücke erzeugen. Der wichtigste Unterschied zwischen diesen Techniken ist, dass bei „Surface Rendering“ nur die auf der Oberfläche einer Struktur gelegenen Voxels in Pixels umgerechnet werden,

während bei „Volume Rendering“ alle Voxels des Volumens für die weitere Bearbeitung verwendet werden, was in Abbildung 10 verdeutlicht wird.

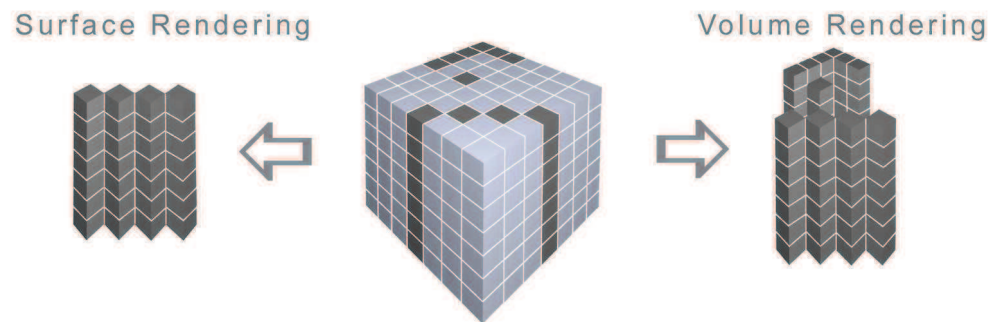


Abbildung 10: Unterschied zwischen „Surface Rendering“ und „Volume Rendering“ {Heine C H, 2004}

Bei „Surface Rendering“ wird der CT-Datensatz bei der Rekonstruktion relativ aufwändig bearbeitet. Der wichtigste Prozess hierbei ist die Segmentierung, wobei die darzustellende Struktur, zum Beispiel ein Organ oder ein Knochen, in jedem einzelnen Schnittbild manuell (teilweise auch semiautomatisch) umrandet werden muss. Nachdem die Struktur in allen Schichten segmentiert wurde, errechnet der Computer, indem er die Umrandungen schichtübergreifend verbindet, aus diesen Daten ein Gitternetz („Polygon Mesh“), das sich über die Oberfläche der Struktur legt. Durch bestimmte Farbgebung, Reflexion und Beleuchtung erscheint dieses dem Betrachter dann dreidimensional.

Der Vorteil an „Surface Rendering“ ist, dass sehr exakte Modelle geliefert werden können, die auch genaue quantitative und qualitative Aussagen über die untersuchte Struktur geben können, wie sie für Operationen unerlässlich sind. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass keine besonders großen Computerleistungen und teure Hardware notwendig sind, um hochwertige Bilder zu erzeugen.

Nachteilig an „Surface Rendering“ ist, dass bei dieser Verarbeitungsart nur etwa 10% der ursprünglich vorhandenen Daten benützt werden können, da alle unter der dargestellten Oberfläche liegenden Daten verloren gehen. Zudem ist die Bearbeitung der Daten - mit Segmentierung und Nachbearbeitung - enorm zeitaufwändig, da sie größtenteils manuell durchgeführt werden muss. Dadurch ist

der Prozess auch von dem individuellen Können und der Genauigkeit des Anwenders bei der Segmentierung abhängig, was eine große Fehlerquelle bedeuten und die theoretisch mögliche Exaktheit dieses Verfahrens mindern kann {Schreyer A G, 2002}.

2.4.1.4. Volume Rendering

Die relativ neue Technik des „Direkten Volume Rendering“ erstellt die Bilder direkt aus dem Volumendatensatz, ohne die geometrischen Zwischenschritte wie sie bei „Surface Rendering“ vorkommen. Es werden hierbei alle Voxels in Pixels umgerechnet, also auch im Inneren der ausgewählten Strukturen liegende Gewebe können dargestellt werden. Da diese Visualisierungsmethode auch in dieser Studie zur dreidimensionalen Darstellung der Calcanei verwendet wurde, wird nachfolgend genauer auf die Technik des „Direkten Volume Rendering“ eingegangen.

Beim „Indirekten Volume Rendering“ werden Algorithmen verwendet, die aus dem Volumendatensatz durch Schwellenwertbildung Flächen extrahieren. Ein Verfahren dieser Art heißt „Marching Cube“. Die Oberflächen werden dann mit Polygonbildung wie bei „Surface Rendering“ bearbeitet und dargestellt {Levoy M, 1988}.

Abbildung 11 zeigt einen Überblick über die unterschiedlichen Verfahren des Rendering.

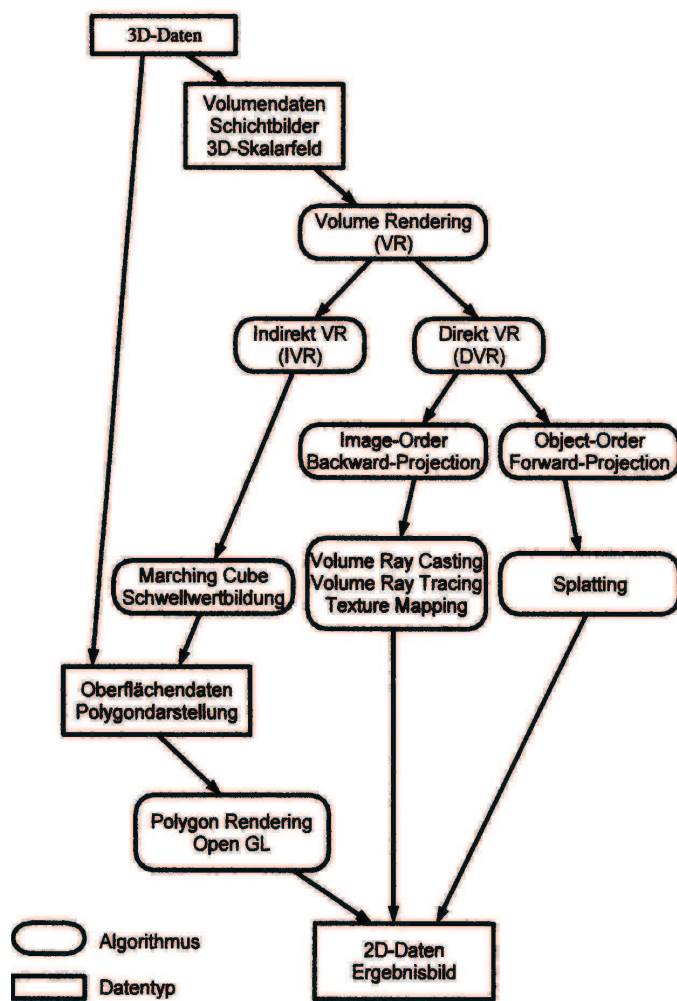


Abbildung 11: Rendering Verfahren zur Darstellung dreidimensionaler Daten
 {Vettermann B, 2006}

Bei „Surface und Volume Rendering“ wird dem Betrachter ein räumlicher Eindruck vermittelt, indem perspektivische Darstellungen gewählt werden. Die Tatsachen, dass vorne liegende Objekte größer gezeigt werden als hinten liegende, der perspektivische Lichteinfall („Depth Cueing“) und Reflexionen können die räumliche Darstellung verbessern. Auch die Farbgebung, die einem Organ seine natürlich korrespondierende Farbe gibt, trägt zu naturnah wirkenden Effekten der Bilder bei. Zudem ist es für das menschliche Auge wichtig, das Objekt in Bewegung zu sehen, um räumliche Abstände zwischen zwei Objekten einschätzen zu können. Dies wird durch in alle Richtungen freie Drehbarkeit der abgebildeten dreidimensionalen Objekte erreicht {Blank M, 2000}.

2.4.2. Theorie und Technik des „Direkten Volume Rendering“

Prinzipiell gibt es beim „Direkten Volume Rendering“ zwei Verarbeitungsverfahren: Zum einen das bildraumorientierte Verfahren, auch „Feed Backward Projection“ oder „Image Order Traversal“ genannt, bei dem durch jedes Pixel im Ergebnisbild ein imaginärer Strahl, der in das Volumen hinläuft, gelegt wird und so die Werte für die einzelnen Pixels berechnet werden. Der bekannteste Algorithmus dieser Art ist „Ray Casting“, der auch bei dieser Studie verwendet wurde. Auch texturbasierte Verfahren und „Ray Tracing“ zählen zu dieser Gruppe.

Zum anderen gibt es die objektraumorientierten Verfahren (=„Feed Forward Projection“ oder „Project Order Traversal“), bei denen, von jedem Voxelelement ausgehend, sein Beitrag zum Ergebnisbild errechnet wird. Derartige Algorithmen sind „Splatting“, „Ebenenweises Compositing“, „Einfacher Z-Puffer“ und „V-Puffer“ {Nigel W J, 2002; Kurka G, 2006}.

Beim „Ray Casting“, einem Verfahren, das eine sehr gute Bildqualität liefert, werden in einem ersten Abtastungsschritt in Blickrichtung des Betrachters von einem Projektionszentrum („Center of Projection“, COP) aus virtuelle Strahlen durch die Bildschirmpixel in das abgebildete Volumen geworfen. Die Strahlen können parallel oder auch fächerförmig laufen, was einen Eindruck von Perspektive vermittelt (Abbildung 12).

Pro Pixel wird ein Strahl aus dem COP emittiert. Auf jedem Strahl werden in äquidistanten Abständen Abtastpunkte („Resampling-Punkte“) gesetzt. Da sich die Positionen der Abtastpunkte meist nicht mit dem Raster der Volumendaten decken, müssen die Abtastpunkte aus den Werten der umliegenden Rasterpunkte interpoliert werden, um Artefakte zu vermeiden. Dabei wird ein Abtastpunkt entweder einem Gitterpunkt zugewiesen, was „Nearest-Neighbour-Interpolation“ genannt wird, oder ein Mittelwert der 8 am nächsten um den Abtastpunkt liegenden Gitterpunkte berechnet (=„Trilineare Interpolation“). Diese Arbeitsschritte werden unter dem Begriff „Rekonstruktion“ zusammengefasst, die einen der 4 Hauptarbeitsschritte des „Direkten Volume Rendering“ darstellt.

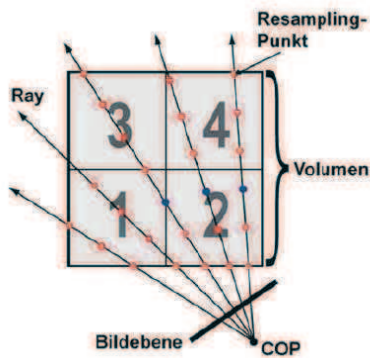


Abbildung 12: Prinzip des „Ray Casting“ {Meß C, 2007}

Die weiteren Hauptarbeitsschritte sind das „Shading“, die „Klassifikation“ und das „Compositing“, die, gemeinsam mit der „Rekonstruktion“, unter dem Oberbegriff „Transferfunktionen“ summiert werden. Ziel all dieser Funktionen ist es, die Werte der Abtastpunkte auf darstellbare Größen wie Farbe, Opazität (Materialeigenschaft, die das Durchdringen des Lichtes verhindert; das Gegenteil davon ist Transparenz) und Reflexion in Pixels abzubilden. Diese Hauptschritte werden je nach Methodik unterschiedlich in einer sogenannten „Volume Rendering Pipeline“ hintereinander kombiniert (Abbildung 13).

Ziel des „Shadings“ ist es, für jeden Abtastpunkt die korrekte Reflexion in Richtung des Betrachters zu berechnen, wodurch Kanten und Ecken des Objekts besser sichtbar werden. Bei der „Klassifikation“ werden den Punkten Opazitätswerte und Farben zugeordnet. Im letzten Schritt, dem „Compositing“, werden die errechneten Werte aller Abtastwerte auf einem Strahl aufsummiert. Die Summe ergibt dann die Farbe und Helligkeit des einzelnen Pixels im Ergebnisbild, durch das zu Beginn der virtuelle Strahl aus dem COP gelegt wurde {Levoy M, 1988}.

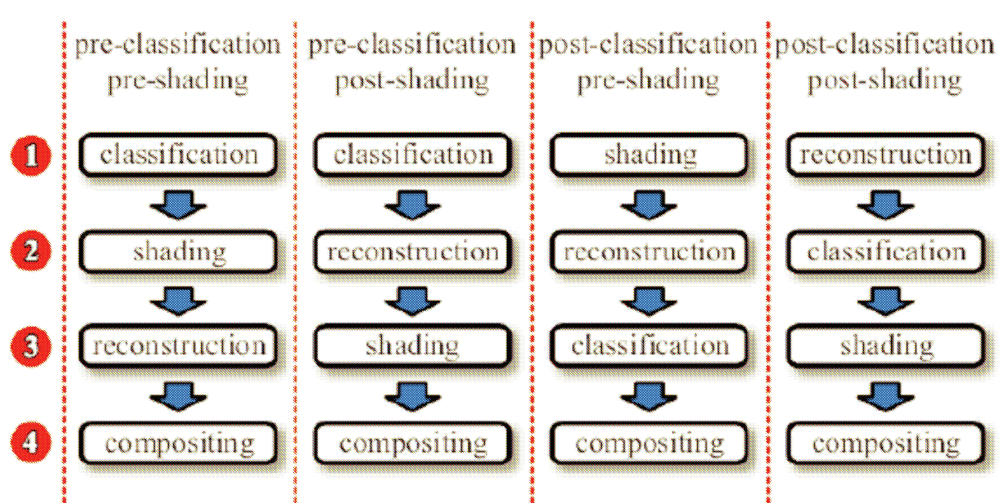


Abbildung 13: verschiedene Arten der „Rendering Pipeline“ {Kurka G, 2006}

Bei den „Pre-Classification Pipelines“ werden, bevor man die Abtastwerte der Strahlen interpoliert, den Voxeldaten bereits Opazität und Farbe zugeordnet. Bei der „Pre-Classification und Pre-Shading Pipeline“ wird den Punkten auch die Reflexion vor der „Rekonstruktion“ zugeordnet, was bei einer „Pre-Classification und Post-Shading-Pipeline“ erst danach geschieht. Die „Post-Classification und Pre-Shading Pipeline“ arbeitet damit, dass direkt nach der Zuordnung der Reflexion die „Rekonstruktion“ stattfindet und die Farbe und Opazität den bereits interpolierten Punkten erst danach gegeben wird. Bei der „Post-Classification und Post-Shading Pipeline“ wird als erster Schritt die „Rekonstruktion“ berechnet und die übrigen Transferfunktionen werden dann für die interpolierten Abtastwerte eingesetzt {Bosma M, 1995}.

2.4.3. Vorteile und Nachteile des „Direkten Volume Rendering“

Die großen Vorteile des „Volume Rendering“ im Gegensatz zu anderen Rekonstruktionsverfahren, die dreidimensionale Bilder erzeugen, sind zum einen, dass die gesamten Informationen des CT-Datensatzes auch verwendet werden können und nicht, wie zum Beispiel bei „Surface Rendering“, 90% aller Daten verloren gehen, weil nur die Oberfläche des Objekts dargestellt wird. Zum anderen können bei „Volume Rendering“ verschiedene Gewebearten gleichzeitig dargestellt werden und so ihre Relation zueinander gut erkannt werden, was gerade bei Extremitätenverletzungen von Bedeutung ist, um

Schäden an Weichteilen und Knochen gut erkennen zu können. Da es dem Betrachter möglich ist, nach fertiger Rekonstruktion manuell die Opazitäten der dargestellten Strukturen zu ändern, können bisher verdeckte, weiter im Inneren liegende Strukturen wie zum Beispiel die Spongiosa eines Knochens ebenso betrachtet werden wie die außen liegenden. Da der Zeitfaktor im Klinikalltag eine große Rolle spielt, sollte dieser hier ebenso berücksichtigt werden. Die Rekonstruktion mit „Volume Rendering“ dauert nur wenige Minuten und läuft automatisch ab. Sie erfordert ungleich weniger Geduld und Präzision des Anwenders als bei „Surface Rendering“, bei dem in den Schichtbildern manuell einzelne Strukturen umrandet werden müssen, der Prozess also nur semiautomatisch laufen kann.

Nachteilig bei „Volume Rendering“ ist, aus den Vorteilen folgend, dass für die Verarbeitung aller Daten aus einem CT-Datensatz eine sehr große Kapazität der Computer gefordert werden muss. Zudem eignet sich „Volume Rendering“ nicht für alle knöchernen Strukturen des Körpers, da sich dünne Knochen, wie die Skapula oder die Vorderwand von Stirn- und Kieferhöhlen weitgehend transparent darstellen. Dies kann jedoch auch wieder einen Vorteil bei Gesichtsfrakturen ergeben, da dadurch dann die Wände der Orbita und der Nasennebenhöhlen gut übersichtlich dargestellt werden. Auch kleine Knochenfragmente sind schlecht darstellbar, wenn sie vor größeren, dichteren Strukturen liegen, da dann vornehmlich die dichteren Strukturen im Bild gezeigt werden. Aus diesem Grund stellen sich aber auch Aufhärungsartefakte weniger störend dar, da diese dann ebenfalls relativ transparenter werden. Zu beachten bleibt außerdem, dass die Opazitäten nicht beliebig niedrig eingestellt werden können, da mit zunehmender Transparenz beziehungsweise abnehmender Opazität der Räumlichkeitseffekt deutlich abnimmt und die Strukturen kaum noch beurteilt werden können {Ney D R, 1990; Debrin R A, 1989}. Zuletzt bleibt anzumerken, dass die Lernkurve des Anwenders, um die Technik des „Volume Rendering“ vollends zu beherrschen, um einiges länger ist als diejenige für „Maximum Intensity Projection“ oder für „Surface Rendering“, vorwiegend aus dem Grund, weil sehr viele veränderbare Variablen in der Software geboten werden, mit denen der Anwender erst vertraut werden muss, um effizient damit arbeiten zu können {Salgado R, 2003; Choplin R H, Rydberg J, 2004}.

3. Fragestellung und Studiendesign

3.1. Fragestellung

Aus der kontroversen Diskussion über den Nutzen der dreidimensionalen Darstellung der CT-Datensätze zur Diagnosestellung ergibt sich nun die Fragestellung unserer Studie:

„Wird die klinische Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung mit einer dreidimensionalen Darstellung der CT-Daten verbessert oder liefern bereits die Schnittbilder in axialer, sagitaler und coronarer Ebene alle benötigten Informationen?“

Aus dieser Fragestellung ergeben sich weitere Fragen:

- welche Ärztegruppen (erfahren/unerfahren) profitieren von einem 3D CT?
- verbessert sich die Kenntnis über die genaue Pathologie der Fraktur?
- erfahren die Ärzte mehr Details über mögliche Gelenkbeteiligungen?
- ändert sich die Operationsplanung?
- ist das 3D CT bei bestimmten Frakturtypen besonders nützlich?

3.2. Studiendesign

Um dieser Fragestellung nachzugehen, führten wir eine klinisch prospektive, deduktive, multizentrische Querschnittsstudie durch. Es beteiligten sich hierbei 57 Ärzte an 4 verschiedenen unfallchirurgischen Kliniken, darunter 2 Universitätskliniken und 2 maximal versorgende Kliniken:

- Universitätsklinikum Regensburg
- Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
- Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Regensburg
- Klinikum Augsburg

Insgesamt nahmen an der Evaluation 57 Ärzte unterschiedlicher Erfahrung teil. Diagramm 1 gibt einen Überblick über die Aufteilung der Evaluatoren nach deren Dienstzeit.

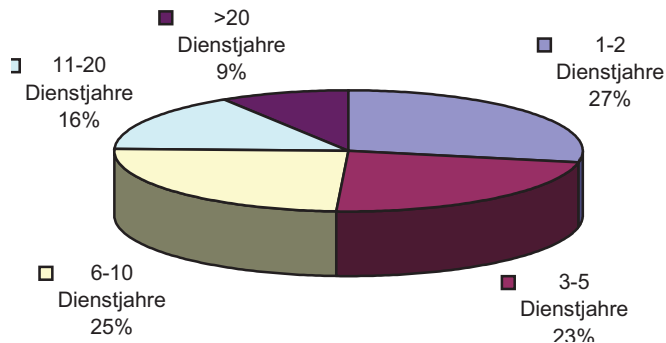


Diagramm 1: Aufteilung der Ärzte nach deren Dienstzeit

4. Material, Patienten und Methodik

Für die Studie wurden 5 verschiedene Calcaneusfrakturen zur Beurteilung ausgewählt, die sich in Art und Schwere der Fraktur deutlich voneinander unterscheiden. Im Folgenden werden die 5 Patienten und deren Verletzungen der Calcanei vorgestellt und die Vorgehensweise dieser Studie erläutert. Weiterhin wird der Fragebogen, mit dem die Evaluation durchgeführt wurde, beschrieben.

4.1. Patienten und Bildmaterial

4.1.1. Calcaneus 1

Calcaneus 1: Tongue Type Fraktur des linken Calcaneus mit großem, zentralem Defekt im Isthmus, Sanders Typ IV, ICI 81.2 B2 [d 1.3.3, h 1.1.3]

Frau R.B., 65 Jahre, stürzte aus ca. 3 m Höhe und erlitt dabei multiple Verletzungen. Neben einer Commotio cerebri und einer LWK 2 Fraktur zeigte sich eine Fraktur der Basis von Metatarsale V links und eine Tongue Type

Fraktur des linken Calcaneus mit mehr als 4 Hauptfragmenten und multiplen Nebenfragmenten. Die laterale und die mediale Calcaneuswand waren frakturiert und disloziert, das Sustentaculum war nicht mehr intakt. Die Höhe und die Länge des Calcaneus waren stark verändert, seine Achse leicht gedreht. Der Böhler Winkel war negativ, der Gissane Winkel aufgehoben. Im Calcaneo-Cuboid-Gelenk zeigte sich eine Frakturlinie. Es war über 2 mm disloziert. In der hinteren Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks waren mehr als 2 Frakturlinien gegeben, die Fragmente waren ebenfalls um mehr als 2 mm verschoben. Die mediale Facette war subluxiert. Nach der Sanders Klassifikation lag eine Typ IV Fraktur vor.

Als operativer Zugang wurde ein erweiterter lateraler Standardzugang gewählt. Die Fraktur wurde mit einem Calcaneal Interlocking Plate System stabilisiert. Die Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus am Aufnahmetag zeigt Abbildung 14.

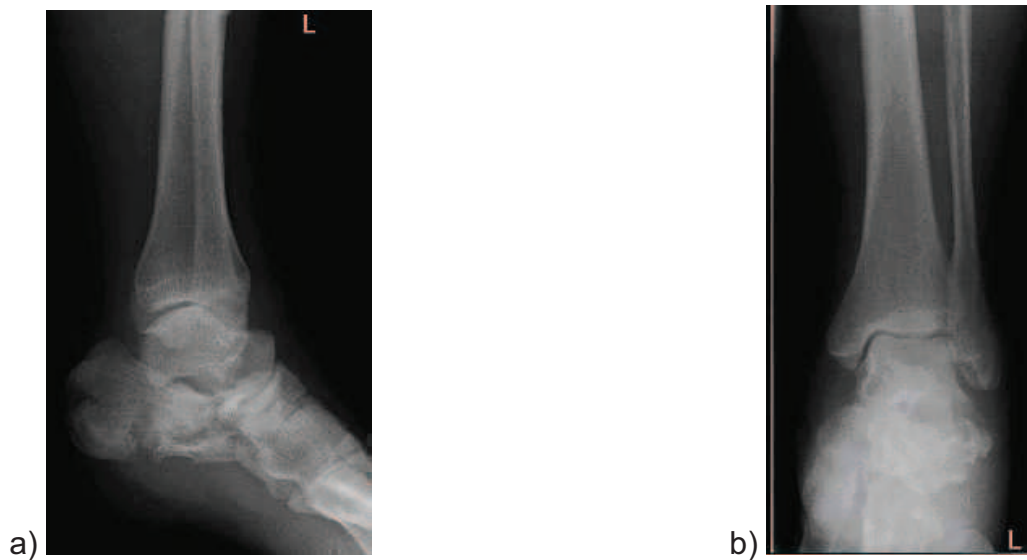


Abbildung 14: Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus
a) seitliche Aufnahme b) a.p.-Zielaufnahme

4.1.2. Calcaneus 2

Calcaneus 2: gering dislozierte extraartikuläre Tongue Type Fraktur des linken Calcaneus, Sanders Typ I, ICI 81.2 A

Herr G.S., 45 Jahre, erlitt einen Arbeitsunfall, bei dem ihm eine Betonplatte seitlich auf den linken distalen Unterschenkel und den linken Fuß fiel. Dadurch kam es zur nicht dislozierten Lisfranc'schen Luxationsfraktur der Os metatarsalia II-IV mit Ausriss des Ligamentum intermetatarsale plantare (Lisfranc'sches Ligament) am Metatarsale II und einer gering dislozierten extraartikulären Fraktur des linken Calcaneus (Tongue Type). Es lagen hierbei 2 Hauptfragmente und keine weitere Nebenfragmente vor. Die laterale, ebenso wie die mediale Oberfläche und das Sustentaculum waren intakt, Höhe, Länge und Achse des Calcaneus waren unverändert. Der Böhler und der Gissane Winkel waren normal. Es lag keinerlei Gelenkbeteiligung vor. Die Fraktur konnte nach Sanders als Typ I klassifiziert werden. Wegen des geringen Ausmaßes der Fraktur am Calcaneus sowie der nicht dislozierten Lisfranc-Luxationsfraktur, konnte diese konservativ mit einem Unterschenkel Cast (FCT®) behandelt werden. Die Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus und des Fußes am Aufnahmetag zeigt Abbildung 15.





c)

Abbildung 15: Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus

a) seitliche Aufnahme b) a.-p.-Zielaufnahme c) Fuß Aufnahme

4.1.3. Calcaneus 3

Calcaneus 3: Joint Depression Fraktur des linken Calcaneus, Sanders Typ II, ICI 81.2 B3 [d 1.2.3, e 1.1.3, h 1.1.3.]

Herr J.Z., 54 Jahre, stürzte von einer Leiter aus ca. 1,5 m Höhe. Er war kurzzeitig bewusstlos und erlitt eine Commotio cerebri. Zudem lag eine Joint Depression Fraktur des linken Calcaneus mit mehr als 4 Hauptfragmenten und vielen weiteren kleineren Fragmenten vor. Die laterale wie die mediale Wand war frakturiert und disloziert, das Sustentaculum war beschädigt. Höhe, Länge und Achse des Calcaneus waren stark verändert, der Böhler Winkel betrug 0°, der Gissane Winkel war aufgehoben. Im Calcaneo-Cuboid-Gelenk war eine Frakturlinie vorhanden und es war über 2 mm disloziert. Das Talo-Calcaneal-Gelenk zeigte in der hinteren Facette 2 Frakturlinien und eine Dislokation von mehr als 2 mm, die mediale Facette war frakturiert und disloziert. Es lag eine Sanders Typ II Fraktur vor. Die Fraktur wurde operativ versorgt. Zur Implantation einer Calcaneal Interlocking Plate wurde ein erweiterter lateraler Standardzugang gewählt. Die Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus zeigt Abbildung 16.

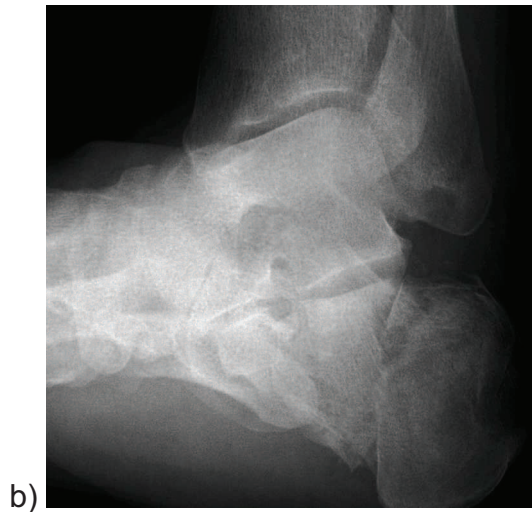


Abbildung 16: Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus

a) Calcaneus axial b) seitliche Aufnahme c) Fuß Aufnahme

4.1.4. Calcaneus 4

Calcaneus 4: Joint Depression Luxationsfraktur des linken Calcaneus, Sanders Typ III, ICI 81.2 C2 [d(1.1.3, h 1.1.3)]

Herr G.G., 51 Jahre, war bei Waldarbeiten aus circa 1,5 m Höhe von einem Holzstoß gefallen und zog sich eine Luxations-Trümmerfraktur des linken Calcaneus vom Typ Joint Depression zu. Es waren 4 Hauptfragmente zu erkennen, die erheblich disloziert waren. Die laterale Calcaneusfläche war intakt, die mediale frakturiert und disloziert. Das Sustentaculum war abgerissen und stellte ein großes Hauptfragment dar. Die Höhe sowie die Länge des Calcaneus waren leicht verändert, die Achse stark gedreht. Der Böhler Winkel betrug 0°, der Gissane Winkel war aufgehoben. Das Calcaneo-Cuboid-Gelenk war mit einer Frakturlinie an der Fraktur beteiligt, es war über 2 mm disloziert. Im Talo-Calcaneal-Gelenk zeigte sich eine Frakturlinie in der posterioren Facette, auch dieses Gelenk war über 2 mm disloziert und luxiert. Die mediale Facette war nur subluxiert. Nach Sanders konnte die Fraktur als Typ III eingestuft werden, wobei die Betonung auf der c-Linie lag. Operativ wurde diese Fraktur durch einen bilateralen Zugang (McRaynolds und modifizierter Palmer) mit einer H-Antigleitplatte von medial und einer LCP-T-Platte von lateral versorgt. Die Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus zeigt Abbildung 17.

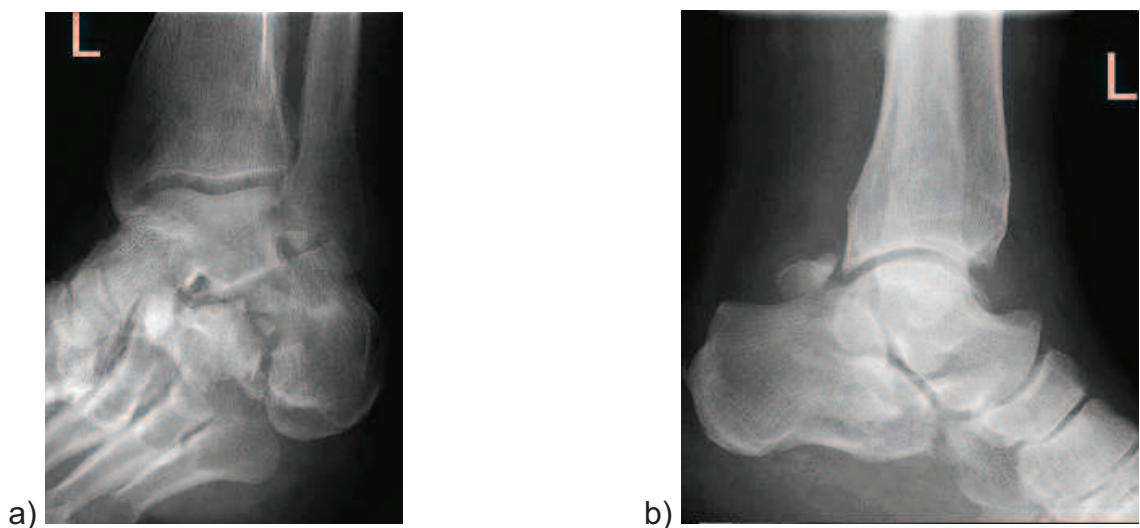


Abbildung 17: Röntgenaufnahmen des linken Calcaneus

a) Calcaneus axial b) seitliche Aufnahme

4.1.5. Calcaneus 5

Calcaneus 5: subtalare Joint Depression Luxationsfraktur des rechten Calcaneus mit großem Isthmusdefekt, Sanders Typ III, ICI 81.2 C2 [d 1.3.3, h 1.2.2]

Herr S.S., 43 Jahre, stürzte bei der Arbeit im landwirtschaftlichen Betrieb vom Dach eines Schleppers aus 3 bis 3,5 m Höhe bei dem Versuch, überhängende Äste abzusägen. Er prallte mit dem rechten Fuß auf. Durch den Sturz erlitt er eine Prellung und eine Schürfwunde am Schädel rechts frontal, ein Monokelhämatom rechts, eine kleine knöcherne Absprengung am Malleolus lateralis rechts und eine subtalare Joint Depression Luxationsfraktur des rechten Calcaneus mit großem Isthmusdefekt und einer luxierten lateralen Gelenkfläche. Es lagen mehr als 4 Hauptfragmente und mehrere Trümmer vor. Die laterale Fläche war frakturiert und disloziert, die mediale Fläche und das Sustentaculum dagegen intakt. Die Höhe, Länge und Achse des Calcaneus waren stark verändert, der Böhler Winkel betrug weniger als 0° und der Gissane Winkel war aufgehoben. Beim Calcaneo-Cuboid-Gelenk waren 2 Frakturlinien vorhanden wobei das Gelenk weniger als 2 mm disloziert war. Im Talo-Calcaneal-Gelenk waren mehr als 2 Frakturlinien und eine Dislokation von mehr als 2 mm zu erkennen. Die mediale Facette war intakt. Nach Sanders lag eine Fraktur vom Typ III vor. Als ossäre Begleitverletzung war eine Fraktur des Außenknöchels zu erkennen. Zur Implantation einer Calcaneal Interlocking Plate wurde ein erweiterter lateraler Standardzugang gewählt. In Abbildung 18 können die Röntgenaufnahmen des rechten Calcaneus gesehen werden.

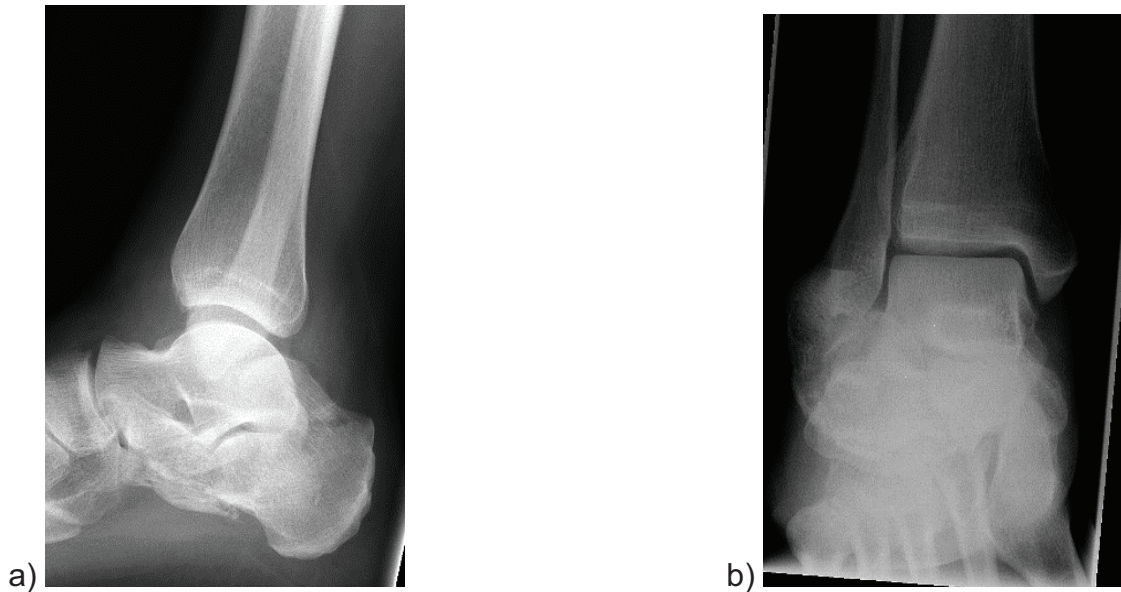


Abbildung 18: Röntgenaufnahmen des rechten Calcaneus
a) seitliche Aufnahme b) a.-p.-Zielaufnahme

4.2. Vorgehensweise

Die 5 frakturierten Calcanei von Patienten der Universitätsklinik Regensburg, die im Zeitraum von 2006-2007 in der Klinik in Behandlung waren, wurden im Institut für Röntgendiagnostik der Universitätsklinik Regensburg mit dem 16-zeiligen Spiral-CT „Sensation 16“ der Firma Siemens, Erlangen, untersucht. Dabei betrug der Tischvorschub pro Röhrenrotation 3 mm, die Schichtkollimation 0,75 mm und der pitch-Faktor 0,65. In Folge wurden die Daten als Schichtbilder in axialer, coronarer und sagitaler Ebene mit einer Schichtdicke von 2 mm rekonstruiert. Ebenso wurde mit „Direktem Volume Rendering“, wofür das Softwareprogramm „Syngo CT 2006, Inspace 4D“ verwendet wurde, ein kurzer Film angefertigt, in dem der dreidimensional abgebildete Fuß um seine vertikale und nachfolgend um seine horizontale Achse rotiert. Diese beiden Darstellungsweisen je eines Calcaneus wurden den an der Studie teilnehmenden Ärzten nach einer kurzen Einführung präsentiert, wobei jeweils 9-17 Evaluatoren pro Klinik an den Sitzungen teilnahmen. Zunächst sollten diese den Calcaneus allein anhand der Schichtbilder in 3 Ebenen beurteilen und den nachfolgend beschriebenen Multiple-Choice-Fragebogen ausfüllen. Für die Bewertung stand jedem Evaluation ca. 10

Minuten zur Verfügung. Danach wurde der Fragebogen eingesammelt und direkt im Anschluss ein neuer Bogen ausgeteilt, der die gleichen Fragen beinhaltete wie der erste. Dieser wurde nun für den selben Calcaneus ausgefüllt, nur mit dem Unterschied, dass den Ärzten diesmal nicht die 2D Bilder präsentiert wurden, sondern der Film mit dem rotierenden dreidimensional dargestellten Calcaneus. Auch hierfür standen den Evaluatoren ca. 10 Minuten zur Verfügung. Pro Sitzung wurden 2 bis 4 Calcanei präsentiert. Für die Beantwortung der Fragebögen galt, dass bei Fragen, die aus mangelndem Wissen nicht beantwortet werden konnten, überhaupt kein Kreuz gesetzt werden sollte.

Durch diese Reihenfolge der Präsentation der Calcanei wurde erreicht, dass die Ärzte aus dem ersten Durchgang mit den zweidimensionalen Bildern die Frakturart des Calcaneus bereits kannten und sie dann im zweiten Durchgang versuchen konnten, durch die dreidimensionalen Bilder zusätzliche Informationen zu der Fraktur zu bekommen und sich zu korrigieren oder den Fragebogen umfassender auszufüllen. Dieses Studiendesign ist an den Klinikalltag angelehnt.

4.3. Fragebogen

Der Fragebogen (siehe Anhang Nummer 1) war wie folgt aufgebaut: er bestand aus 16 Hauptfragen, wovon 4 Fragen noch in mehrere Unterfragen untergliedert wurden, sodass im Gesamten 25 Einzelfragen gestellt wurden. Jede Frage hatte 2-9 Antwortmöglichkeiten, wovon jeweils eine auszuwählen war. Bei den Fragen Nummer 12 und 14 war auch eine Mehrfachauswahl möglich. Die Fragen ließen sich in die Kategorien Pathologie der Fraktur, Gelenkbeteiligung und Operationsplanung einteilen.

Die Fragen Nummer 1 bis 9 und Nummer 11 und 12 bezogen sich auf die Pathologie der Fraktur. Dabei wurde in der ersten Frage nach der Anzahl der Hauptfragmente gefragt. In Frage 2 sollte die Gesamtzahl der zu erkennenden Fragmente angegeben werden. Die Integrität der Knochenoberfläche sollte in Frage 3 beurteilt werden, in 3.1 die der lateralen Fläche, in 3.2 die der

medialen. In Frage 4 wurde die Integrität des Sustentaculum beurteilt. Die Veränderung der Höhe, Länge und Achse des Calcaneus sollte in dieser Reihenfolge in den Fragen 5, 6 und 7 eingestuft werden. Der Böhler Winkel wurde in Frage Nummer 8 eingeschätzt, der Gissane Winkel in Frage 9. Die Fraktur sollte in Frage 11 nach der Klassifikation nach Sanders dem „Typ I“, „Typ II“, „Typ III“ oder „Typ IV“ zugeteilt werden. Abschließend zur Beurteilung der Pathologie der Fraktur wurde in der Frage 12 nach Begleitverletzungen an den benachbarten Knochen gefragt.

Im nächsten Block, der Frage 10 mit ihren Unterfragen wurde eine eventuelle Gelenkbeteiligung abgefragt. Hierbei befasste sich Frage 10.1 mit dem Calcaneo-Cuboid-Gelenk, Frage 10.2 mit dem Talo-Calcanear-Gelenk. Unter 10.1.1 wurde nach Frakturlinien im Gelenk gefragt, unter 10.1.2 sollte eine eventuelle Dislokation beurteilt werden. Bei dem Talo-Calcanear-Gelenk wurde in dem Fragebogen getrennt nach der posterioren Facette unter 10.2.1 und die mediale Facette unter 10.2.2 gefragt. 10.2.1.1 fragte dabei nach Frakturlinien der posterioren Facette des Talo-Calcanear-Gelenks und Frage 10.2.1.2 nach einer Dislokation desselben. Frage 10.2.2 fragte schließlich nach der Fraktur der medialen Facette.

Bei Frage Nummer 13 sollte eine subjektive Beurteilung der Bildqualität erfolgen, jeweils für das CT in 3 Ebenen (13.1) und für die dreidimensionale Darstellung (13.2).

Gefragt wurde wie der Evaluator die Bildqualität insgesamt einschätzt. Sie wurde nicht in die Auswertung der restlichen objektiv zu beantwortenden Fragen miteinbezogen.

Fragen Nummer 14 und 15 bezogen sich auf die Indikationsstellung einer Operation und die Operationsplanung. Zur Verdeutlichung dessen konnten auf dem Fragebogen sowohl die Art des Zugangs auf zwei abgebildeten Füßen (jeweils von medial und lateral) eingezeichnet werden, als auch die Lage und die Art der Implantate auf Abbildungen von Calcanei, die von proximal, medial und lateral zu sehen waren. Frage 14 fragte dabei nach den geeigneten Operationszugängen. Bei Frage 15 sollte angegeben werden, welche Implantate der Evaluator für die Operation verwenden würde. Unter 15.1 wurde nach der Schraubenart gefragt, unter 15.2 bis 15.4 war die einzusetzende

Platte (15.2: Sanders Platte, 15.3: Calcaneal Interlocking Plate, 15.4: andere Platte) anzugeben.

Abschließend wurde in Frage Nummer 16 nach der subjektiven Einschätzung des Evaluators gefragt, ob ihm die dreidimensionalen Bilder zusätzliche Informationen gebracht hatten. Unter „Weitere Bemerkungen“ war Platz gegeben für weitere, subjektive Anmerkungen der Ärzte, die in freiem Text zu verfassen waren.

Zur Identifikation der Ärzte wurden diese gebeten, zu Beginn des Fragebogens einen persönlichen Code anzugeben, dessen erste Stelle der erste Buchstabe des Vornamens der Mutter sein sollte, die zweite der erste Buchstabe des Vornamens des Vaters und die nächsten vier Stellen das eigene Geburtsjahr. Um eventuelle Unterschiede der Ergebnisse bedingt durch die berufliche Erfahrung festzustellen, wurde auch nach Status, Dienstzeit und Anzahl der pro Jahr operierten Calcanei gefragt. Unter „Status“ gab es die Möglichkeiten „Assistenzarzt“, „Facharztanwärter“, „Oberarzt“ und „Chefarzt“ anzukreuzen. Die Angaben zur Dienstzeit wurden in „1 bis 2 Jahre“, „3 bis 5 Jahre“, „6 bis 10 Jahre“, „11 bis 20 Jahre“ und „über 20 Jahre“ (nachfolgend: 1-2 Jahre, 3-5 Jahre, 6-10 Jahre, 11-20 Jahre, >20 Jahre) eingeteilt.

Bei der Frage, wie viele Calcanei der Evaluator pro Jahr operiert, waren die Möglichkeiten „keinen oder 1 Calcaneus“, „weniger als 5 Calcanei“, „5 bis 10 Calcanei“ oder „über 10 Calcanei“ gegeben, welche nachfolgend als 0-1 C/a, <5 C/a, 5-10 C/a und >10 C/a abgekürzt werden. All diese persönlichen Angaben waren gleich zu Beginn des Fragebogens einzutragen.

4.4. Auswertung und Statistik

Die Validierung der CT-Aufnahmen erfolgte anhand des intraoperativen Befundes. Hierzu wurden vom Operateur Musterlösungen der Fragebögen erstellt und anhand derer die Fragen als korrekt (1) oder falsch (0) beantwortet bewertet.

Im Anschluss wurden die Ergebnisse der 2D- und 3D-Darstellungsweise verglichen und die Differenz zwischen den beiden Ergebnissen in Prozenten

ausgedrückt. Als klinisch relevantes Ergebnis wurde eine Differenz von 20% bewertet.

5. Ergebnisse

Der Fragebogen wurde zur Auswertung in 3 Kategorien eingeteilt: Pathologie der Fraktur (Fragen 1-9, 11 und 12) und Gelenkbeteiligung (Frage 10) sowie Operationsplanung (Fragen 14 und 15). Aufgeführt werden nachfolgend nur jene Fragen, bei denen zwei oder mehr Ärztegruppen (aufgeteilt nach deren Dienstzeit) eine Verbesserung oder Verschlechterung bei der dreidimensionalen im Vergleich zu der zweidimensionalen Darstellungsweise mit einem klinisch relevanten Unterschied von 20,0% oder mehr erzielten. Alle folgenden Prozentwerte beziehen die Anzahl der richtig beantworteten Fragen auf die Gesamtanzahl der überhaupt beantworteten Fragen. Die Tabelle, der alle nachfolgenden Werte entnommen sind, findet sich im Anhang Nummer 2. Dort finden sich auch alle im Folgenden nicht erwähnten Ergebnisse.

5.1. Intraobserver Reliabilität

Zur Berechnung der Intraobserver Reliabilität (Retest-Reliabilität) wurden 3 Ärzte aus dem Universitätsklinikum Regensburg in einem Abstand von etwa 9 Monaten zu der ersten Befragung nochmals zu zwei der Calcanei befragt. Durch diese lange Zeitspanne zwischen den beiden Befragungen konnten eventuelle Einflussfaktoren auf die Intraobserver Reliabilität durch die Erinnerung der Ärzte an die Calcanei so gut wie ausgeschlossen werden. Dabei ergaben sich folgende Ergebnisse: Die Angaben bei den 22 Fragen (ausgenommen wurden Fragen Nummer 13.1, 13.2 und 16) zu den zweidimensionalen Bildern von Calcaneus 3 stimmten bei den zweidimensionalen Bildern zu 80,3% überein, bei der 3D Darstellung zu 83,3%. Bei Calcaneus 4 stimmten die Antworten zu den 2D Bildern zu 81,8% überein,

die zu den dreidimensionalen Bildern ebenfalls zu 81,8%. Insgesamt ergibt sich somit eine Intraobserver Reliabilität von 0,82.

5.2. Calcaneus 1 (Tongue Type Fraktur mit Isthmusdefekt)

In der folgenden Ergebnisauswertung wurde der Begriff „besser“ verwendet, wenn sich die Evaluatoren von dem Fragebogen zu den 2D Bildern zu dem Fragebogen zu den 3D Bildern zum Richtigen korrigiert hatten. „Schlechter“ wurde dementsprechend verwendet, wenn die Korrektur von der richtigen Antwort weg erfolgte. Die Ergebnisse der einzelnen Fragen werden in der nachfolgenden Auswertung aufgeführt, wenn 2 oder mehr als 2 Ärztgruppen sich von 2D zu 3D um 20,0% oder mehr als 20,0% verbesserten oder verschlechterten.

5.2.1. Ergebnisse, Calcaneus 1

Den ersten Calcaneus (Tongue Type Fraktur des linken Calcaneus mit großem, zentralem Defekt im Isthmus, Sanders Typ IV, ICI 81.2 B2 [d 1.3.3, h 1.1.3]) beurteilten 32 Ärzte. Die Aufteilung in Gruppen findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Aufteilung der Evaluatoren nach Gruppen, Calcaneus 1

Dienstzeit	Ärzte	operierte Calcanei pro Jahr
1-2 Jahre	14: 14 Assistenzärzte	14(0-1)
3-5 Jahre	5: 5 Assistenzärzte	3(0-1); 2(<5)
6-10 Jahre	6: 4 Facharztanwärter, 2 Oberärzte	2(0-1); 1(<5); 2(5-10); 1(>10)
11-20 Jahre	4: 3 Oberärzte, 1 Chefarzt	1(0-1); 1(5-10); 2(>10)
20 Jahre	3: 1 Oberarzt; 2 Chefärzte	1(<5); 1(5-10); 1(>10)

Bei der Evaluation zu diesem Calcaneus wurden von den 1408 Fragen insgesamt 116 nicht beantwortet (8,2%). Von den restlichen 1292 Fragen erzielten die Ärzte in 61,5% richtige Ergebnisse.

Bei den zweidimensionalen Bildern (2D) wurden bei 64 von 704 Fragen (9,1%) keine Antworten gegeben, die verbleibenden Fragen wurden zu 61,4% richtig

beantwortet. Bei der dreidimensionalen Darstellung (3D) konnten nur 52 von 704 Fragen (7,3%) nicht beantwortet werden, von den angekreuzten Fragen wurden 61,7% richtig beantwortet.

Werden diese Ergebnisse in Gruppen nach den Dienstjahren der Evaluatoren eingeteilt, so ergibt sich, dass die Gruppe mit 11-20 Dienstjahren am meisten von den 3D Bildern profitieren konnte und eine Verbesserung ihrer Ergebnisse von 5,5% erzielen konnte. Bei den restlichen Gruppen ergab sich eine Differenz zwischen 2D und 3D von <2,0%.

In den Gruppen von Ärzten mit 1-2, 3-5 und 11-20 Dienstjahren zeigte sich, dass diese mit den dreidimensionalen Bildern mehr Fragen beantworten konnten als mit den 2D Bildern. So beantworteten die jungen Ärzte mit 1-2 Dienstjahren bei 2D 12,7%, bei 3D nur 10,1% Fragen nicht, die mit 3-5 Dienstjahren bei 2D 12,7% und bei 3D 7,3% der Fragen nicht und die Ärzte mit 11-20 Dienstjahren bei 2D 4,6% und bei 3D 1,1% nicht.

Die Ärzte mit 6-10 und >20 Dienstjahren konnten bei 3D mehr Fragen nicht beantworten. Einen Überblick über diese Ergebnisse zeigt Diagramm 2.

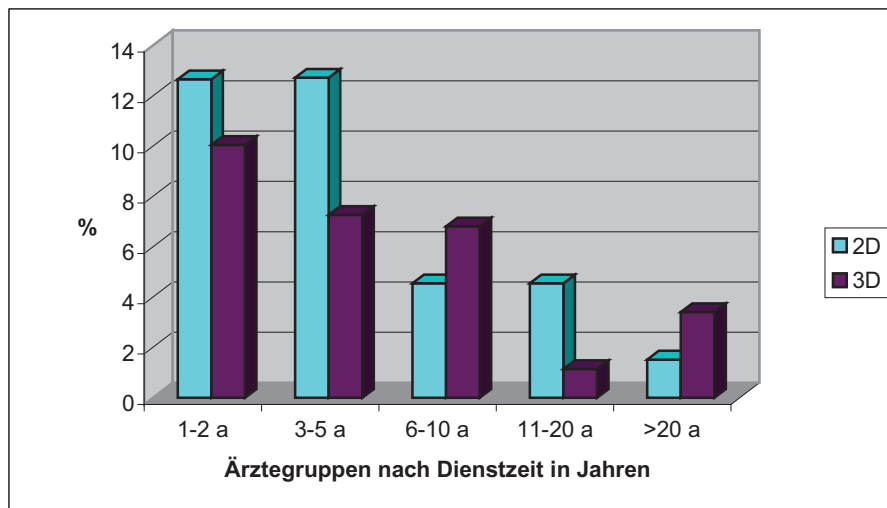


Diagramm 2: nicht beantwortete Fragen pro Ärztgruppe in Prozent,
Calcaneus 1

Die meisten klinisch relevanten Unterschiede zeigten sich in der Kategorie „Pathologie der Fraktur“. Bei der Frage nach der Integrität der medialen Wand des Calcaneus (3.2) korrigierten die Ärzte in den Gruppen mit 3-5 und 6-10

Dienstjahren in 20,0% ihre Aussage bei 3D zur richtigen Antwort. Auch die restlichen Gruppen erzielten bei dieser Frage bessere oder gleichbleibende Ergebnisse, sodass sich in der Gesamtheit aller Gruppen eine Verbesserung von 9,2% ergibt. Die Frage nach der Höhenveränderung des Calcaneus (Frage 5) wurde von der Gruppe mit 1-2 und 11-20 Dienstjahren um 28,6% beziehungsweise 50,0% besser bei 3D beantwortet. Allerdings schnitt die Gruppe der Ärzte mit 3-5 Dienstjahren hier um 20,0% schlechter ab. Insgesamt konnte aber eine Verbesserung der Ergebnisse bei 3D um 15,6% erzielt werden. Die Frage nach der Längenveränderung des Calcaneus (Frage 6) wurde bei 3D insgesamt um 6,0% schlechter beantwortet. Die Gruppen mit 3-5 und 6-10 Dienstjahren erzielten um 40,0% und 50,0% schlechtere Ergebnisse mit den 3D Bildern. Nur die Gruppe mit 1-2 Dienstjahren konnte ihre Ergebnisse um 23,8% verbessern.

In der Kategorie „Gelenkbeteiligung“ konnten bei Frage 10.1.1, die Frakturlinien im Calcaneo-Cuboid-Gelenk erfragte, alle Ärzte bessere oder gleich gute Ergebnisse mit den 3D Bildern erzielen. Die Gruppen mit 1-2 und 6-10 Dienstjahren verbesserten sich um 25,8% und 33,3%, alle Ärzte zusammen schnitten bei 3D um 17,6% besser ab. Die Dislokation des Calcaneo-Cuboid-Gelenks (Frage 10.1.2) konnte von den erfahrenen Ärzten der Gruppe mit 11-20 und >20 Dienstjahren um je 33,3% besser beantwortet werden, die unerfahrenen Ärzte mit 1-2 Dienstjahren schnitten um 40,7% schlechter ab. Auch die restlichen Gruppen erzielten bei 3D schlechtere Ergebnisse, sodass sich insgesamt eine Verschlechterung um 13,2% ergab. Eine eindeutige Verschlechterung der Ergebnisse zeigte sich bei Frage 10.2.1.2, die nach dem Ausmaß der Dislokation des Talo-Calcaneal-Gelenks fragte. Sowohl die Gruppe mit 1-2 als auch die mit 3-5 Dienstjahren verschlechterte sich hier bei 3D, erstere um 28,9%, letztere um 20,0%. Die restlichen Gruppen schnitten leicht besser oder gleich gut ab. In toto ergab sich bei dieser Fragestellung eine Verschlechterung um 14,4%. Sehr ambivalent wurde Frage 10.2.2 beantwortet. Bei ihr sollte eine eventuelle Fraktur der medialen Facette beurteilt werden. Die Gruppe der Ärzte mit 1-2 und >20 Dienstjahren taten dies bei 3D um 30,1% und 50,0% schlechter, die mit 3-5 und 6-10 Dienstjahren aber um 40,0% und 20,0% besser. Im Gesamten ergab sich somit eine leichte Verschlechterung bei dieser Fragestellung mit den 3D Bildern.

Die Ergebnisse der Frage 14 fasst Tabelle 2 zusammen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Frage 14: Operationszugang, Calcaneus 1

Zugang	2D	3D
extended lateral	37,5%	37,5%
bilateral	3,1%	3,1%
posterolateral	3,1%	3,1%
minimal invasiv	6,3%	3,1%
extended lateral und sustentacular	12,5%	15,6%
keine Antwort	37,5%	37,5%
Änderung von 2D zu 3D	6,3%	

Für die eventuelle Verschraubung wählten bei 2D 31,2% Kleinfragment Schrauben, bei 3D 21,9%. 3,1% wählten bei beiden Darstellungsweisen Großfragment Schrauben. Ebenso viele änderten ihre Meinung von 2D zu 3D. Der Rest der Evaluatoren hätte keine Schraube gewählt.

Eine Sanders Platte hätten 12,5% bei 2D eingesetzt, 15,6% bei 3D. 9,4% änderten hier ihre Meinung von 2D zu 3D. Die Calcaneal Interlocking Plate hätten 43,8% bei 2D und 37,5% bei 3D eingesetzt, wobei 6,25% ihre Angabe änderten. Für eine andere Platte hätten sich 12,5% bei 2D und 18,8% bei 3D entschieden, 6,3% entschieden sich bei 3D um.

Zusammenfassend kann man sagen, dass bei diesem Calcaneus die dreidimensionalen Bilder bei der Beurteilung der medialen Wand des Calcaneus, bei der Einschätzung der Höhenveränderung des Knochens und bei dem Erkennen von Frakturlinien im Calcaneo-Cuboid-Gelenk einen klinisch relevanten Vorteil brachte. Die Beurteilung der medialen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks konnte von den Ärzten mittlerer Erfahrung besser mit den 3D Bildern gemacht werden, die jüngsten und die ältesten Ärzte schnitten jedoch besser bei den 2D Bildern ab. Ebenso schlechtere Ergebnisse mit den 3D Bildern erzielten die Ärzte bei der Einschätzung der Längenveränderung des Calcaneus, bei der Beurteilung der Dislokation des Calcaneo-Cuboid-Gelenks und der Dislokation der posterioren Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks.

Die Ärzte der Gruppe mit 1-2 Dienstjahren konnte sich bei allen Fragen zu diesem Calcaneus 4 mal um mindestens 20,0% verbessern und verschlechterten sich 3 mal. Denen der Gruppe mit 3-5 Dienstjahren Erfahrung half das 3D CT 7 mal sich um mindestens 20,0% zu verbessern, bei 8 Fragen verschlechterten sie sich. Die Evaluatoren mit 6-10 Dienstjahren verbesserten sich bei 3 Fragen, bei 2 Fragen schnitten sie schlechter als bei 2D ab. Ärzte mit 11-20 Dienstjahren konnten sich bei 3 Fragen mit 3D verbessern und verschlechterten sich nie. Die erfahrensten Ärzte mit >20 Dienstjahren verbesserten sich bei 1 Frage und verschlechterten sich bei 2. Diese Zahlen stellt Tabelle 3 übersichtlich dar.

Tabelle 3: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,0% Differenz zwischen 2D und 3D, Calcaneus 1

Dienstzeit	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
1-2 Jahre	4	3	22
3-5 Jahre	7	8	22
6-10 Jahre	3	2	22
11-20 Jahre	3	0	22
>20 Jahre	1	2	22
Gesamt:	18	15	110

Die Fragen nach der subjektiven Meinung der Evaluatoren ergaben bei diesem Calcaneus folgende Ergebnisse: Frage Nummer 13.1, die die Qualität der 2D Bilder erfragte, wurde insgesamt von 2 Ärzten nicht beantwortet, von den restlichen fanden 36,7% die Qualität sehr gut und 63,3% gut. Besonders die Ärzte mit 6 oder mehr Dienstjahren stuften die Qualität als sehr gut ein. Die Qualität der 3D Bilder (Frage 13.2) wurde von 3 Ärzten nicht beurteilt, 41,4% der restlichen 29 Ärzte fanden sie sehr gut, 48,2% gut und 10,4% ungenügend. Hier fällt auf, dass die jungen Ärzte die Bildqualität wesentlich schlechter als die erfahrenen Ärzte einstufen (Diagramm 3).

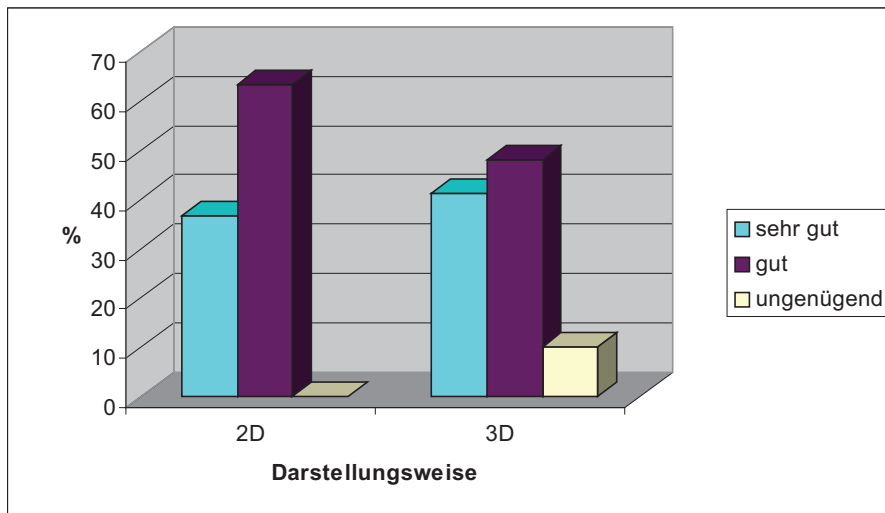


Diagramm 3: subjektive Einschätzung der Bildqualität, 2D und 3D, Calcaneus 1

Die Frage nach den persönlichen Mehrinformationen durch das 3D CT (Frage 16) beantworteten 3,6% mit „sehr viele“; 39,3% gaben an, dass es ihnen viele Informationen gebracht hätte, ebenso viele, dass es wenige gewesen seien und 17,9% gaben an, dass sie keinen Nutzen daraus ziehen konnten. 4 Ärzte enthielten sich der Stimme. Die Angaben der einzelnen Ärzteguppen zu den subjektiven Fragen ist Anhang Nummer 3 zu entnehmen.

5.2.2. Beispielbilder, Calcaneus 1

Diese Ergebnisse finden sich auch in dem direkten Vergleich ausgewählter 2D Bilder und ihrer Pendanten aus dem 3D Film wieder, die in den Abbildungen 19 bis 21 folgen.



Abbildung 19: coronare 2D Ansicht (a) und entsprechende 3D Ansicht (b) des linken Fußes

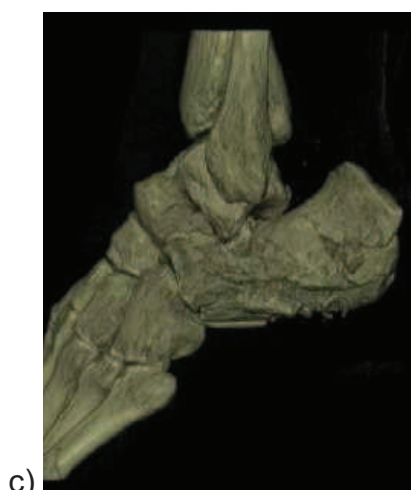
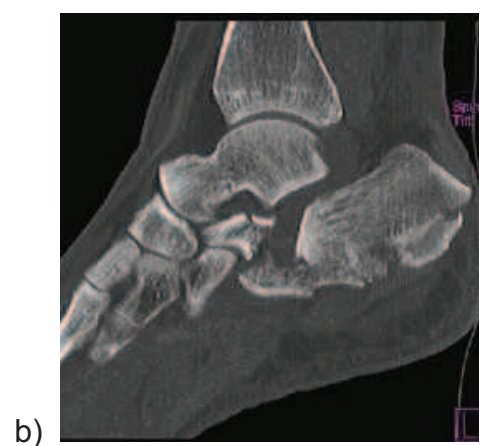
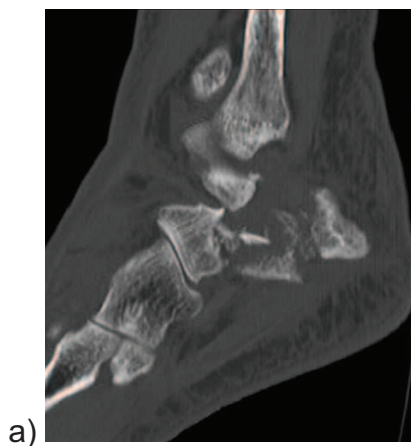


Abbildung 20: sagitale 2D Ansichten (a, b) und entsprechende 3D Ansicht (c) des linken Fußes

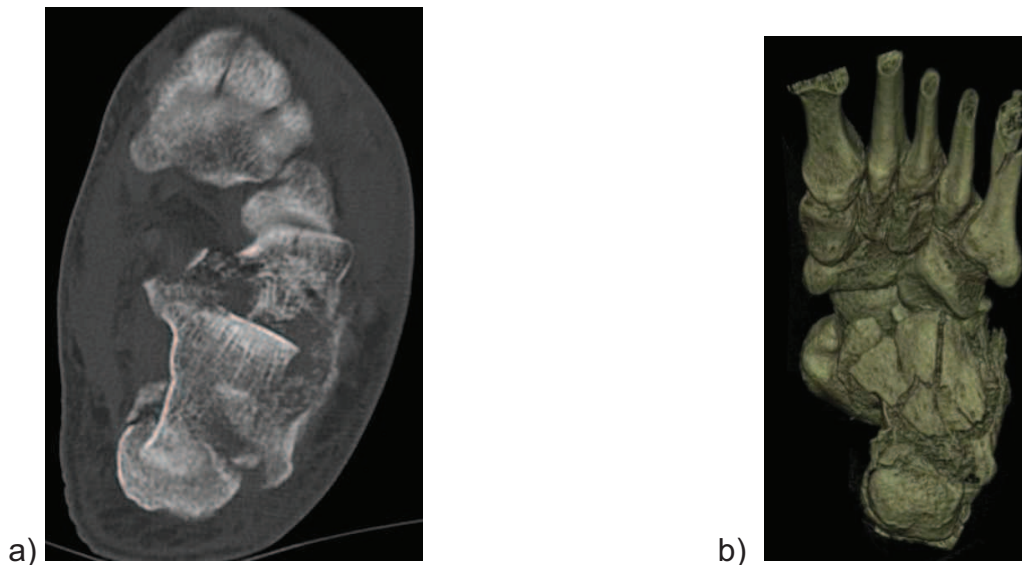


Abbildung 21: axiale 2D Ansicht (a) und entsprechende 3D Ansicht (b) des linken Fußes

Die Tatsache, dass mehr als 4 Hauptfragmente vorliegen, ist in beiden Darstellungsweisen gut erkenntlich, die Gesamtzahl der Fragmente hingegen wurde besser bei den 2D Schichtbildern gezählt, da sich bei dem 3D Film besonders in der Aufsicht von tarsal kleine Fragmente darstellungsbedingt nicht gut abgrenzen lassen (siehe Abbildung 21 b). Die Beurteilung der lateralen Fläche ist sowohl bei 2D als auch bei 3D gut möglich (Abbildung 20 a, 21 a und 20 c), in beiden ist die Fraktur und die Ausbauchung der seitlichen Wandung des Fersenbeins ersichtlich. Die Frakturierung und vor allem die Dislokation der medialen Fläche wurden besser bei 3D erkannt. Ein möglicher Grund hierfür ist, dass bei der Darstellung in Form des 3D Films die mediale Fläche (Abbildung 22) sehr gut beurteilbar ist und die räumlichen Beziehungen zu den umgebenden Strukturen klar ersichtlich sind. Dadurch konnte die Dislokation dieses Knochenanteils vor allem auch von jüngeren Ärzten gut erkannt werden. Betrachtet man Abbildung 20 a, so kann aber klar erkannt werden, dass Frakturierung und Dislokation auch bei den 2D Bildern gut zu sehen sind.

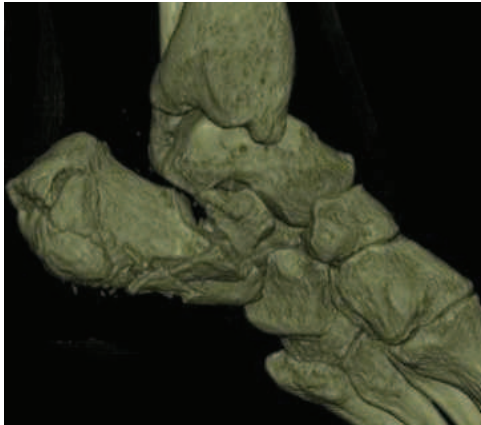


Abbildung 22: mediale Calcaneusfläche in 3D Ansicht

Was insbesondere von unerfahrenen Ärzten besser bei 3D eingeschätzt wurde, war das Ausmaß der Höhenveränderung des Calcaneus. Besonders geeignet hierfür ist der Anblick von dorsal und lateral (Abbildung 19 b und 20 c). Bei dem Fragenkomplex zur Gelenkbeteiligung wurde bei Frage 10.1.1 bei den 3D Bildern die eine Frakturlinie im Calcaneo-Cuboid-Gelenk gut erkannt (siehe Abbildung 23). Diese war in der kurzen Zeit der Evaluation schwerer aus den Schichtbildern herauszuarbeiten.



Abbildung 23: Frakturlinie im Calcaneo-Cuboid-Gelenk (Pfeil)

Für die Operationsplanung ergaben diese Unterschiede zwischen 2D und 3D keine bedeutenden Erkenntnisse. Bei den Fragen 14 bis 15.4 ergaben sich sehr ähnliche Resultate bei beiden Darstellungsweisen.

5.3. Calcaneus 2 (gering dislozierte extraartikuläre Tongue Type Fraktur)

5.3.1. Ergebnisse, Calcaneus 2

Calcaneus 2 (gering dislozierte extraartikuläre Tongue Type Fraktur des linken Calcaneus, Sanders Typ I, ICI 81.2 A) evaluierten dieselben Ärzte wie Calcaneus 1. Eine Aufstellung gibt Tabelle 4.

Tabelle 4: Aufteilung der Evaluatoren nach Gruppen, Calcaneus 2

Dienstzeit	Ärzte	operierte Calcanei pro Jahr
1-2 Jahre	14: 14 Assistenzärzte	14(0-1)
3-5 Jahre	5: 5 Assistenzärzte	3(0-1); 2(<5)
6-10 Jahre	6: 4 Facharztanwärter, 2 Oberärzte	2(0-1); 1(<5); 2(5-10); 1(>10)
11-20 Jahre	4: 3 Oberärzte, 1 Chefarzt	1(0-1); 1(5-10); 2(>10)
20 Jahre	3: 1 Oberarzt; 2 Chefärzte	1(<5); 1(5-10); 1(>10)

Bei dieser Fraktur wurden insgesamt 54 Fragen nicht beantwortet, bei den restlichen 1354 Fragen wurden in 87,6% die richtigen Antworten gefunden (1186 richtige Antworten).

Bei den 2D Bildern gaben die Ärzte bei 596 von 678 Fragen die korrekte Lösung an, was 87,9% entspricht. 26 Fragen der gesamt 704 gestellten Fragen konnten nicht beantwortet werden (3,7%).

Mit den Bildern der 3D Darstellung wurde bei 28 von 704 Fragen nichts angekreuzt (4,0%), 590 von den übrigen 676 Fragen wurden richtig beantwortet (87,3%).

In allen Ärztegruppen wurden bei 2D und 3D sehr ähnliche Ergebnisse erzielt, die Differenz zwischen den 2 Werten lag bei allen Gruppen unter 3,1%. Auch die Anzahl der Fragen, die nicht beantwortet werden konnten, schwankte bei den beiden Darstellungsarten nur geringfügig und ohne einen Trend zu 2D oder 3D aufzuweisen:

Die Ärzte mit 1-2 Dienstjahren konnten bei 2D 6,8%, bei 3D 5,8% der Fragen nicht beantworten, die mit 3-5 Dienstjahren konnten jeweils 3,6% der Fragen nicht beantworten. Ärzte mit 6-10 Dienstjahren konnten bei 2D keine und bei 3D

2 Fragen nicht beantworten (0,0% versus 1,5%), die mit 11-20 bei 2D keine und bei 3D 3 (0,0% versus 3,4%). Die Ärzte mit >20 Jahren Erfahrung konnten bei beiden Darstellungsweisen 1 Frage nicht beantworten (1,5%). Einen Überblick über diese Werte gibt Diagramm 4.

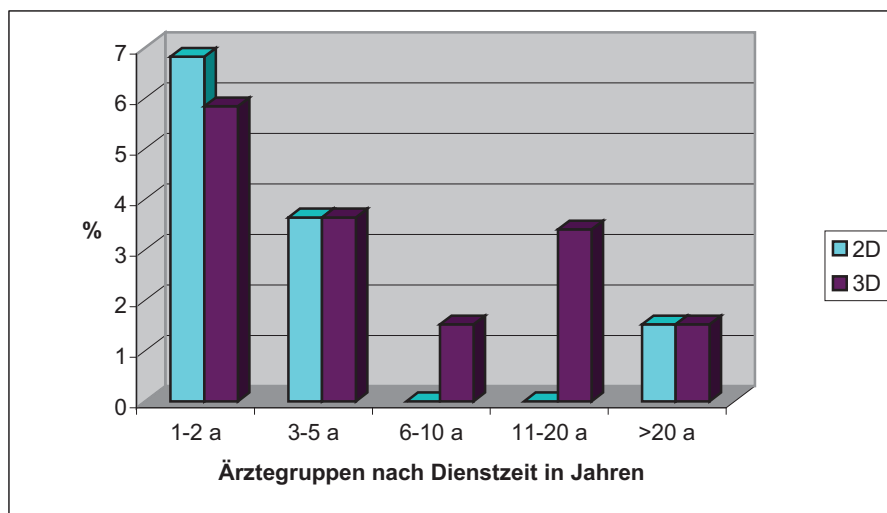


Diagramm 4: nicht beantwortete Fragen pro Ärztegruppe in Prozent,
Calcaneus 2

In dem Fragenkomplex zur Pathologie der Fraktur fiel auf, dass die Gesamtzahl der Fragmente von den jungen Ärzten mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren um 21,4% beziehungsweise 20,0% besser mit den 3D Bildern erkannt wurde. Die Gruppe mit 11-20 Dienstjahren schnitt bei dieser Frage allerdings um 25,0% schlechter ab. Alle Ärztegruppen zusammen genommen, ergab sich eine Verbesserung bei 3D um 6,3%. Die Fragen zur Beurteilung der lateralen (3.1) und der medialen (3.2) Oberfläche des Calcaneus wurden mit den 3D Bildern schlechter beantwortet als mit den 2D Bildern. Bei Frage 3.1 schnitten die jüngsten und die ältesten Ärzte um 21,4% und 33,3% schlechter ab, bei den restlichen Gruppen zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Darstellungsweisen. Insgesamt ergab sich somit eine Verschlechterung um 12,5%. Frage 3.2 wurde ebenfalls von der Gruppe der Ärzte mit 1-2, 3-5 und >20 Dienstjahren schlechter beantwortet. Die Differenzen lagen bei 21,4%, 20,0% und 66,7%. Die Gesamtdifferenz lag bei 18,8%. Eine eindeutige Verbesserung lag bei der Frage nach der Längenveränderung des Calcaneus vor (Frage 6). Diese Frage wurde von Ärzten der Gruppen mit 3-5 Dienstjahren um 20,0%, von denen mit

11-20 und >20 Dienstjahren um 25,0% und 33,3% besser beantwortet, sodass sich insgesamt eine Verbesserung um 9,4% ergab. Auch die Achsenbeurteilung (Frage 7) wurde von den Ärzten mit 3-5 und 6-10 Dienstjahren um 20,0% und 33,3% besser bei 3D bewertet. Im Gesamten ergab sich bei dieser Gruppe eine Verbesserung um 3,1%.

Im Fragenkomplex zur Gelenkbeteiligung zeigten sich keine nach obigen Kriterien relevanten Unterschiede zwischen 2D und 3D. Die Frage nach dem Operationszugang wurde wie in Tabelle 5 dargestellt beantwortet.

Tabelle 5: Ergebnisse der Frage 14: Operationszugang, Calcaneus 2

Zugang	2D	3D
extended lateral	12,5%	9,4%
minimal invasiv	9,4%	9,4%
konservativ	68,8%	71,9%
keine Antwort	9,3%	9,3%
Änderung von 2D zu 3D	6,3%	

3,1% der Ärzte hätten Großfragment Schrauben eingesetzt, 3,1% bei 2D und 6,3% bei 3D hätten Kleinfragment Schrauben verwendet, 3,1% änderten die Meinung zwischen 2D und 3D, der Rest hätte keine Schrauben verwendet. 9,4% hätten sowohl bei 2D als auch bei 3D eine Sanders Platte und 15,6% eine Calcaneal Interlocking Plate eingesetzt.

Zusammenfassend wurden bei diesem Calcaneus die Einschätzung der Gesamtanzahl der Fragmente, die Beurteilung der Längenveränderung und das Erkennen der Achsenabweichung des Calcaneus besser mit den 3D Bildern gemacht. Die Integrität der lateralen und der medialen Oberfläche des Knochens wurde hingegen schlechter mit den 3D Bildern beurteilt.

Die Gesamtanzahl der bei 3D um mindestens 20 % besser oder schlechter beantworteten Fragen der einzelnen Ärzteguppen kann Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,0% Differenz zwischen 2D und 3D, Calcaneus 2

Dienstzeit	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
1-2 Jahre	2	2	22
3-5 Jahre	6	2	22
6-10 Jahre	1	0	22
11-20 Jahre	1	3	22
>20 Jahre	1	2	22
Gesamt:	11	9	110

Bei den subjektiv zu beantwortenden Fragen gaben für die 2D Bilder 31,3% der Ärzte an, dass sie eine sehr gute Bildqualität hätten und 68,8% beurteilten diese als gut. Die Qualität des 3D Films bewerteten 38,5% mit sehr gut und 61,5% mit gut (Diagramm 5).

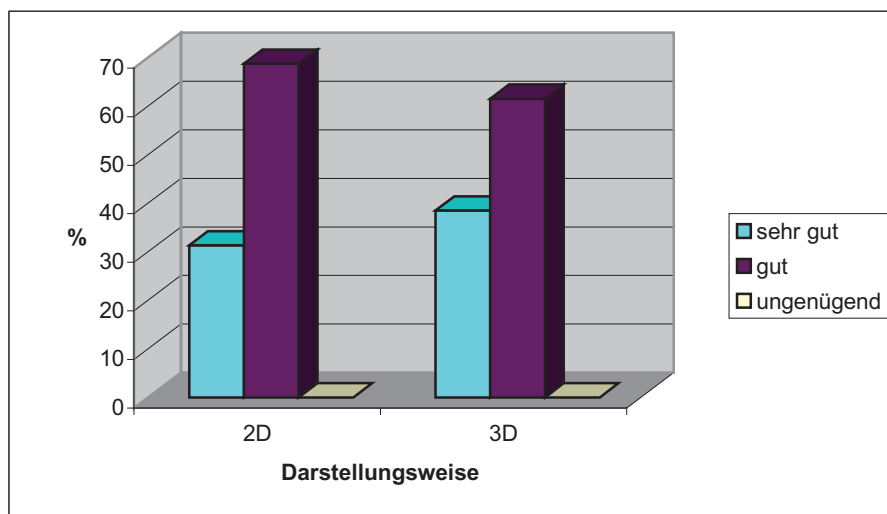


Diagramm 5: subjektive Einschätzung der Bildqualität, 2D und 3D, Calcaneus 2

Frage 16 wurde von 5 Ärzten nicht beantwortet. Kein Arzt kreuzte an, dass ihm das 3D CT sehr viele zusätzliche Informationen gebracht hätte, 59,3% der Ärzte, dass sie viele und 33,33%, dass sie wenige Informationen daraus gewinnen konnten. 7,4% der Evaluatoren meinten, keine Informationen aus den 3D Bildern ziehen zu können. Alle weiteren Ergebnisse hierzu finden sich im Anhang Nummer 4.

5.3.2. Beispielbilder, Calcaneus 2

An den nachfolgenden Abbildungen 24 bis 26 kann gesehen werden, dass die eine durchgehende Frakturlinie sowohl bei den 2D Schichtbildern als auch bei den 3D Darstellungen gut ersichtlich ist.

Die Anzahl der Gesamtfragmente wurde bei den 2D Bildern öfters fälschlicherweise auf 3 statt 2 eingeschätzt, was an den Bildern allerdings nicht nachvollzogen werden kann.

Von mehreren Ärzten wurde mit den 2D Bildern angenommen, dass die Länge und die Achse des Calcaneus leicht oder sogar stark verändert seien. Dieses Urteil revidierten allerdings fast alle bei der Begutachtung des 3D Filmes, der deutlich zeigt, dass der Calcaneus bei diesem Fuß in seiner korrekten Lage in Bezug auf die umliegenden Knochen steht und die Länge, wie auch die Höhe nicht verändert sind. Besonders gut zu beurteilen sind diese Angaben während der Rotation des Fußes in dem 3D Film.

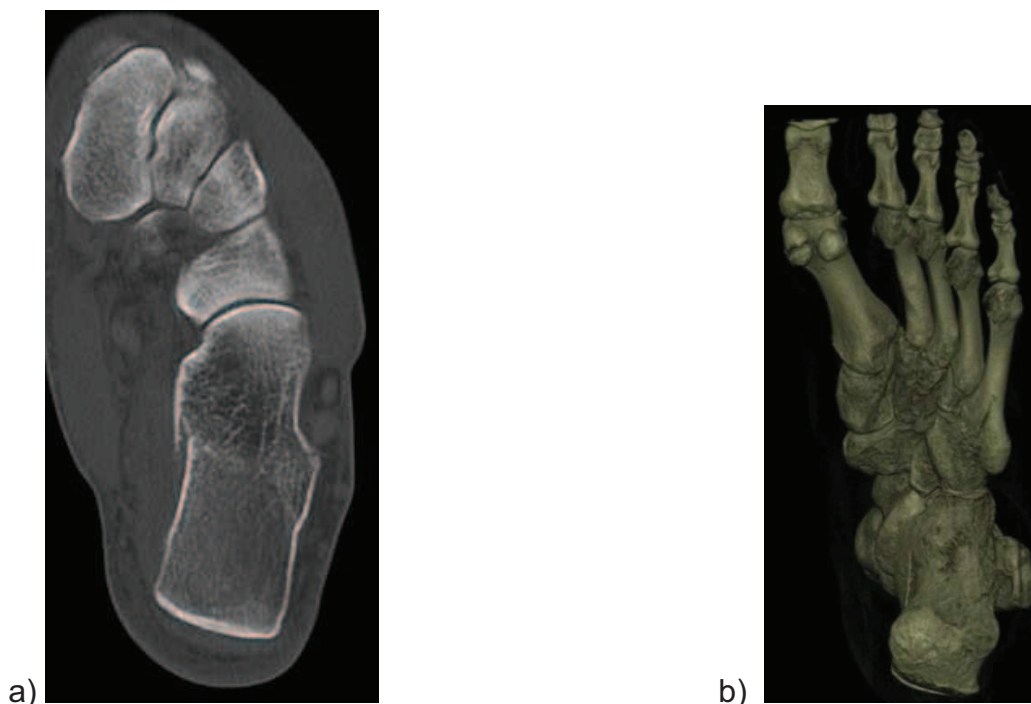


Abbildung 24: axiale 2D Ansicht (a) und entsprechende 3D Ansicht (b) des linken Fußes

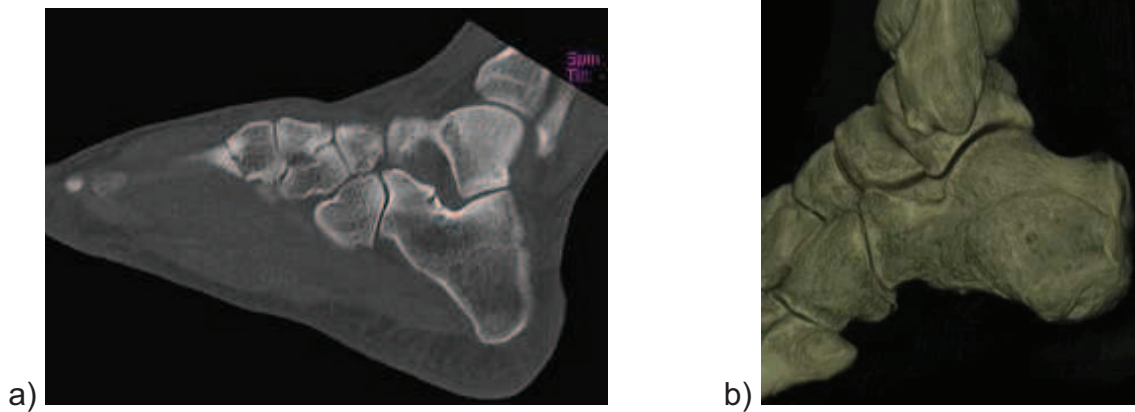


Abbildung 25: sagitale 2D Ansicht (a) und entsprechende 3D Ansicht (b) des linken Fußes



Abbildung 26: mediale Ansicht des linken Fußes im 3D Bild

Die Behandlung dieser Fraktur erfolgte konservativ, was auch die meisten Ärzte bei beiden Darstellungsarten in Frage 14 gewählt hätten.

5.4. Calcaneus 3 (Joint Depression Fraktur)

5.4.1. Ergebnisse, Calcaneus 3

Für die Evaluation des dritten Calcaneus (Joint Depression Fraktur des linken Calcaneus, Sanders Typ II, ICI 81.2 B3 [d 1.2.3, e 1.1.3, h 1.1.3.]) wurden 40 Ärzte befragt.

Die Aufteilung in Anzahl der Dienstjahre, Anzahl der pro Jahr operierten Calcanei und Dienstjahre lag wie folgt vor (Tabelle 7):

Tabelle 7: Aufteilung der Evaluatoren nach Gruppen, Calcaneus 3

Dienstzeit	Ärzte	operierte Calcanei pro Jahr
1-2 Jahre	14: 14 Assistenzärzte	14(0-1)
3-5 Jahre	8: 8 Assistenzärzte	5(0-1); 3(<5)
6-10 Jahre	8: 4 Facharztanwärter, 4 Oberärzte	4(0-1); 1(<5); 2(5-10); 1(>10)
11-20 Jahre	6: 5 Oberärzte, 1 Chefarzt	1(0-1); 3(5-10); 2(>10)
20 Jahre	4: 3 Oberärzte; 1 Chefarzt	2(<5); 1(-10); 1(>10)

Im Gesamten wurden bei diesem Calcaneus 104 von 1760 Fragen nicht beantwortet, was 5,9% entspricht. Von den restlichen 1656 möglich richtigen Antworten wurden 979 Fragen korrekt beantwortet, also 59,1%.

Bei den 2D Bildern wurden 55 von 880 Fragen nicht beantwortet (6,3%), die restlichen Fragen wurden zu 60,4% richtig beantwortet.

Ein etwas schlechteres Ergebnis zeigte sich bei der 3D Darstellungsweise, bei der 57,5% der Fragen richtig beantwortet wurden, und 49 von 880 Fragen (5,6%) nicht beantwortet wurden.

Bei den Ärztegruppen mit 1-2, 3-5 und 6-10 Dienstjahren zeigte sich, alle Fragen zusammengekommen, zwischen den Antworten bei 2D und 3D eine Differenz von unter 3,0%, die erfahreneren Ärzte mit 11-20 und >20 Dienstjahren erzielten bessere Ergebnisse mit den 2D Bildern (um 7,0% und 8,0% schlechter bei 3D).

Die Anzahl der nicht beantworteten Fragen war bei den jungen Ärzten mit 1-10 Dienstjahren geringer bei den 3D Bildern, am ausgeprägtesten war der Unterschied bei der Gruppe mit 3-5 Dienstjahren, die bei 2D 17, bei 3D nur 11 Fragen nicht beantworten konnten (9,7% versus 6,2%). Die Ärzte mit 1-2 Dienstjahren konnten bei 2D 9,7%, bei 3D 9,1% der Fragen nicht beantworten, die mit 6-10 Dienstjahren bei 2D 4,0% und bei 3D 2,3%. Die älteren Ärzte mit 11-20 Dienstjahren konnten bei 2D jede Frage beantworten, bei 3D 3 Fragen nicht (0,0% versus 2,3%). Die Ärzte mit >20 Dienstjahren beantworten bei 2D und 3D jeweils 1 Frage nicht (1,5%). Graphisch dargestellt werden diese Ergebnisse in Diagramm 6.

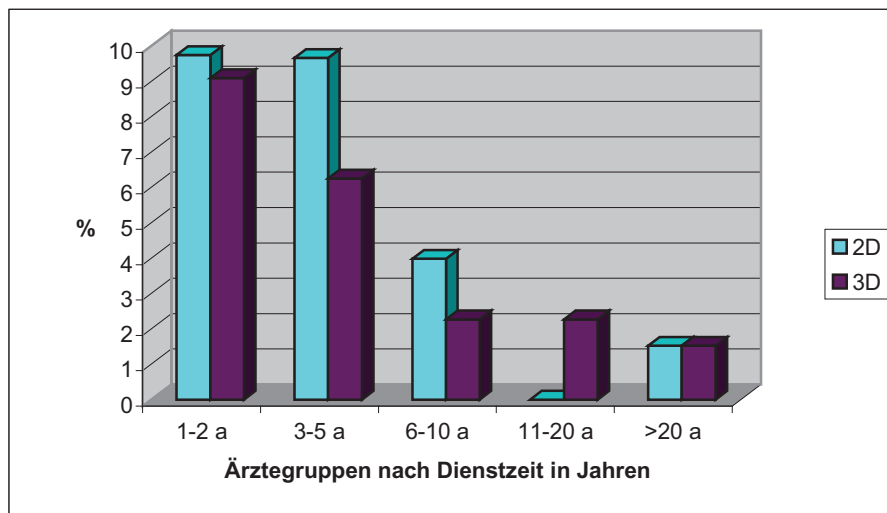


Diagramm 6: nicht beantwortete Fragen pro Ärztegruppe in Prozent,
Calcaneus 3

Klinisch relevante Unterschiede zwischen 2D und 3D ergaben sich bei dem Themenkomplex zur Pathologie der Fraktur und zur Gelenkbeteiligung.

Wie bei Calcaneus 2 wurden auch hier die Fragen nach der Integrität der lateralen (3.1) und der medialen Fläche (3.2) des Calcaneus schlechter bei 3D als bei 2D beurteilt. Bei Frage 3.1 schnitten alle Gruppen schlechter bei 3D ab: die Ärzte mit 1-2 Dienstjahren um 21,4%, die mit 3-5 Dienstjahren um 37,5%, mit 6-10 Dienstjahren um 50,0%, mit 11-20 Dienstjahren um 33,3% und Ärzte mit >20 Jahren Berufserfahrung um 25,0%. Insgesamt ergab sich hier eine Verschlechterung bei den 3D Bildern um 32,5%. Auch Frage 3.2 wurde insgesamt um 23,1% schlechter mit den 3D Bildern beantwortet. Die Gruppen von Ärzten mit 3-5, 6-10 und >20 Dienstjahren erzielten jeweils um 25,0%, 37,5% und 25,0% schlechtere Werte. Ein ähnlich negatives Ergebnis bei den 3D Bildern im Vergleich zu den 2D Bildern ergab sich bei der Frage nach der Länge des Calcaneus (Frage 6). Hier erzielten die Gruppen mit 6-10, 11-20 und >20 Dienstjahren schlechtere Ergebnisse (um 37,5%, 33,3% und 25,0%), sodass sich auch im Gesamten eine Verschlechterung um 15,0% ergab. Die Frage nach dem Gissane Winkel (Frage 9) wurde von den Ärzten mit 1-2 und 11-20 und >20 Dienstjahren um 20,0%, 33,3% und 25,0% schlechter bei 3D beantwortet. Das Gesamtergebnis war auch hier bei 3D um 17,2% schlechter als bei 2D.

Im Komplex zur Gelenkbeteiligung konnten sich die Ärzte bei der Frage nach der Integrität der medialen Facette des Talo-Calcanear-Gelenks mit den 3D Bildern deutlich verbessern. Die Ärzteguppen mit 1-2 und 11-20 Dienstjahren erzielten hier um 38,5% und 30,0% bessere Ergebnisse. Auch die restlichen Gruppen verbesserten sich bei dieser Frage. Das Gesamtergebnis zeigte eine Verbesserung um 24,5%.

Die Wahl des OP-Zugangs erfolgte von den Evaluatoren wie folgt (Tabelle 8):

Tabelle 8: Ergebnisse der Frage 14: Operationszugang, Calcaneus 3

Zugang	2D	3D
extended lateral	66,0%	57,5%
bilateral	10,0%	7,5%
sustentacular	0,0%	5,0%
extended lateral und sustentacular	4,0%	10,0%
keine Antwort	20,0%	20,0%
Änderung von 2D zu 3D	20,0%	

37,5% hätten nach Betrachten der 2D Bilder Kleinfragment Schrauben verwendet, 40,0% mit den 3D Bildern. Nur 2,5% hätten bei den 3D Bildern Großfragment Schrauben verwendet, bei den 2D Bildern keiner. 20,0% änderten hier ihre Meinung zwischen 2D und 3D. Für eine Sanders Platte entschieden sich bei 2D 20,0%, bei 3D 22,5%, 5,0% änderten die Meinung. Eine Calcaneal Interlocking Plate hätten bei 2D 45,0% der Ärzte vorgeschlagen, bei 3D 37,5%; 7,5% gaben bei 3D etwas anderes an als bei 2D. 17,5% hätten bei 2D eine andere Platte gewählt, bei 3D waren das 27,5%. Hier änderten 10,0% ihre Meinung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei dieser Joint Depression Fraktur die Frage nach der Beurteilung der medialen Facette des Talo-Calcanear-Gelenks besser mit den 3D Bildern bewerkstelligt wurde, die richtige Einschätzung der Integrität der lateralen und der medialen Calcaneuswand, der Längenveränderung des Calcaneus und des Maßes des Gissane Winkels erfolgte jedoch besser mit den 2D Bildern.

Die Verbesserungen und Verschlechterungen mit den 3D Bildern aufgeteilt nach den Ärztegruppen zeigt Tabelle 9.

Tabelle 9: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,0% Differenz zwischen 2D und 3D

Dienstzeit	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
1-2 Jahre	1	2	22
3-5 Jahre	1	3	22
6-10 Jahre	1	4	22
11-20 Jahre	2	3	22
>20 Jahre	0	8	22
Gesamt:	5	20	110

Die Fragen nach der Einschätzung der Bildqualität wurden wie folgt beantwortet: 25,7% der Ärzte fanden die Qualität der 2D Bilder sehr gut, 71,8% gut und 2,6% ungenügend. Ein Evaluator beantwortete diese Frage nicht. Für die 3D Filme schätzten die Qualität 30,8% als sehr gut, 59,0% als gut und 10,3% als ungenügend ein. Auch hier enthielt sich ein Arzt der Stimme (Diagramm 7).

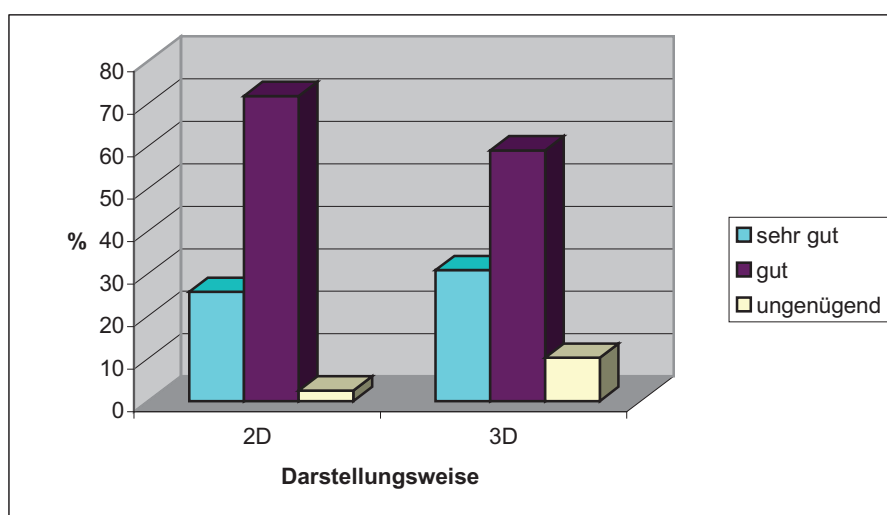


Diagramm 7: subjektive Einschätzung der Bildqualität, 2D und 3D, Calcaneus 3

Frage 16 wurde von 4 Ärzten nicht beantwortet. 2,8% der restlichen Evaluatoren gaben an, dass ihnen durch das 3D CT sehr viele zusätzliche Informationen bereitstanden, 41,7%, dass sie viele, 38,9% wenige und 16,7%,

dass sie keine Informationen daraus zogen. Dies gaben vor allem Ärzte mit höherer Zahl an Dienstjahren an. Alle Daten zu den subjektiv zu beantwortenden Fragen gibt Anhang Nummer 5 wieder.

5.4.2. Beispielbilder, Calcaneus 3

Die Ärzte verschlechterten sich bei diesem Calcaneus bei den 3D Bildern. Die Abbildungen 27 bis 29 zeigen ausgewählte 2D und 3D Bilder des Calcaneus 3. Obwohl in Abbildung 28 c, d, 29 c erkenntlich ist, dass beide Calcaneusoberflächen frakturiert und disloziert sind, wurden sie bei 3D öfters fälschlicherweise als nur frakturiert beurteilt, ohne die Dislokation zu berücksichtigen.

Die starke Längenänderung des Knochens kann besonders gut in Abbildung 28 a und b erkannt werden. In der adäquaten 3D Aufnahme wurde die Verkürzung des Knochens oftmals als nur leicht eingestuft, was man anhand der Bilder 27 b und 28 c und d auch annehmen könnte. Hier eigneten sich die 2D Schichtbilder besser zur Beurteilung. Auch die Tatsache, dass der Gissane Winkel aufgehoben ist, kann den axialen Bildern (Abbildung 28 a, b) entnommen werden und ist bei den 3D Bildern schlechter zu erkennen, da jener teils von der Fibula, teils von einem abgesplitterten Fragment teilweise verdeckt wird (Abbildung 28 c). In solchen Fälle müsste eine Exartikulation des Calcaneus in der Volume Rendering Darstellung vorgenommen werden.

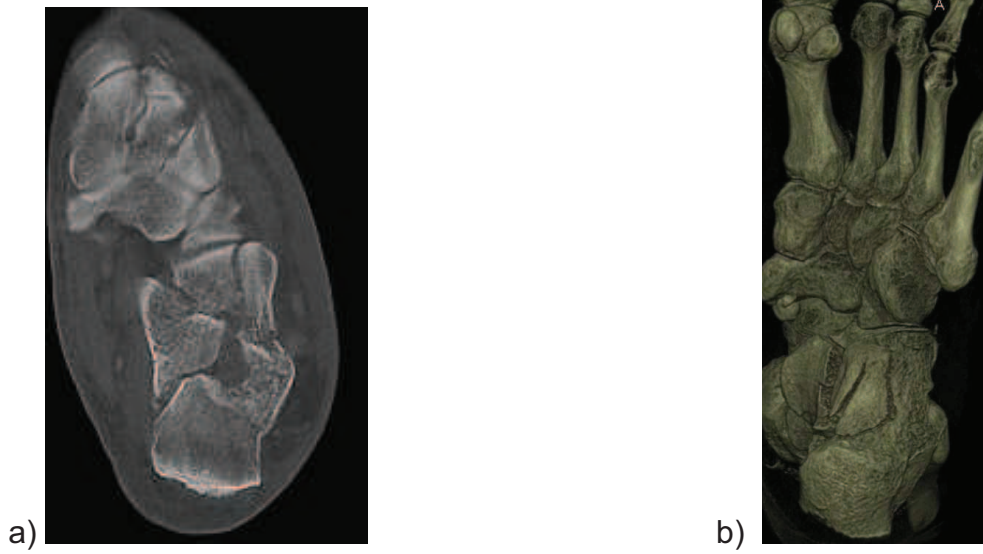


Abbildung 27: axiale 2D Ansicht (a) und entsprechende 3D Ansicht (b) des linken Fußes

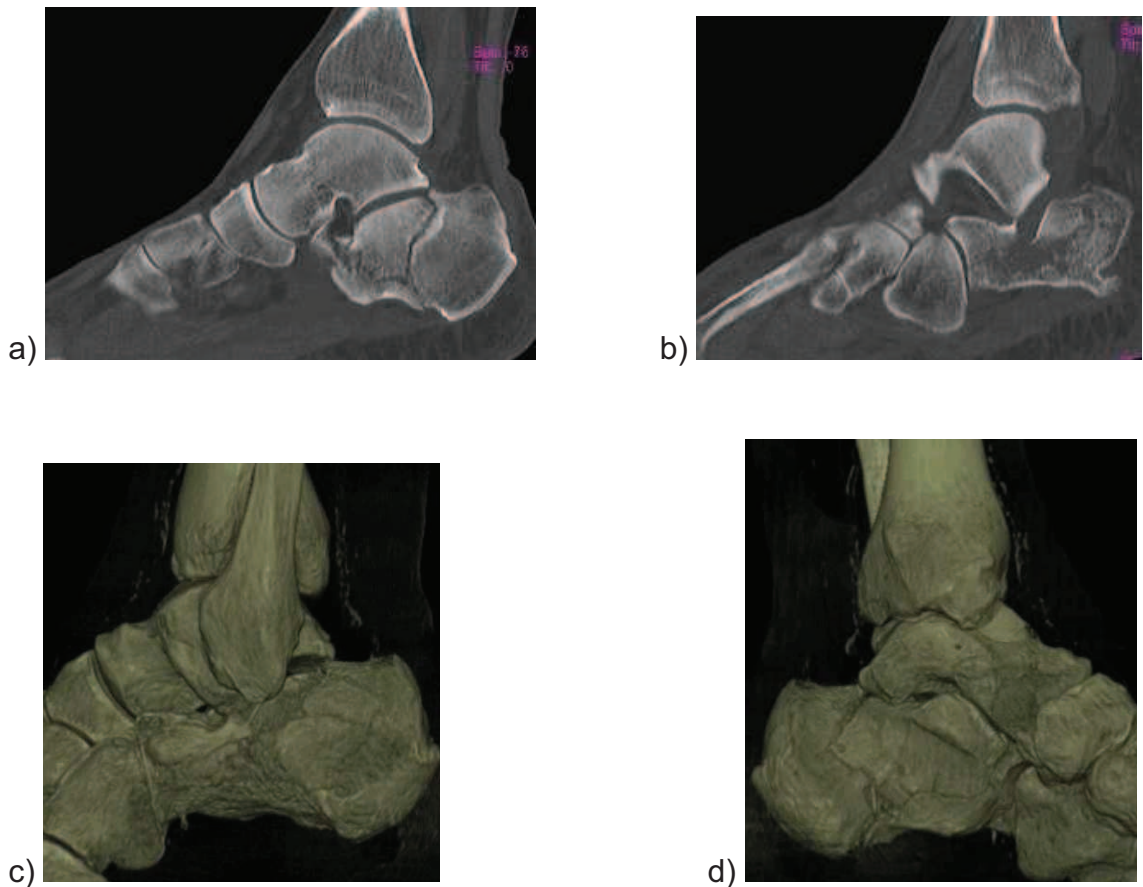


Abbildung 28: sagittale 2D Ansichten (a, b) und entsprechende 3D Ansichten (c, d) des linken Fußes

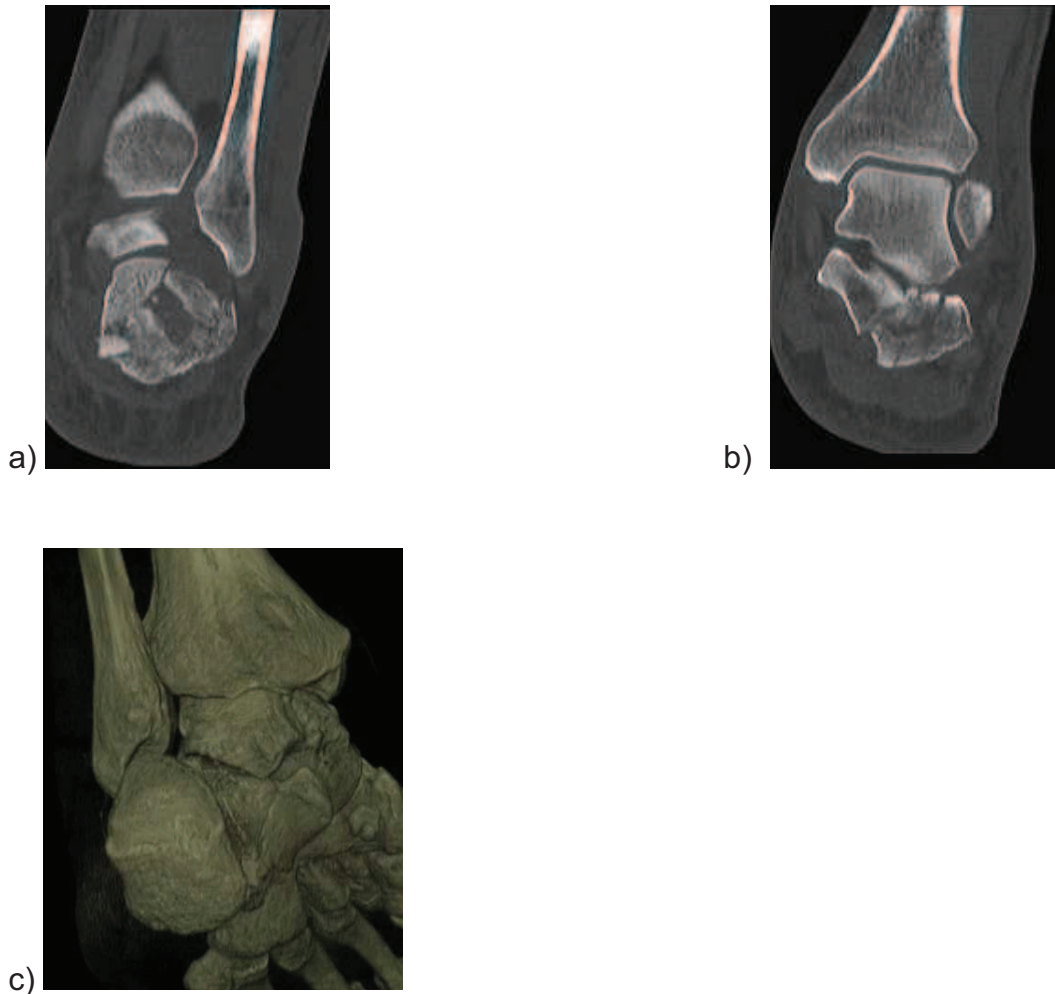


Abbildung 29: coronare 2D Ansichten (a, b) und entsprechende 3D Ansicht (c) des linken Fußes

Auf die Operationsplanung wirkten sich die Unterschiede nicht aus.

5.5. Calcaneus 4 (Joint Depression Luxationsfraktur)

5.5.1. Ergebnisse, Calcaneus 4

Der vierte Calcaneus (Joint Depression Luxationsfraktur des linken Calcaneus, Sanders Typ III, ICI 81.2 C2 [d(1.1.3, h 1.1.3)]) wurde in allen Kliniken, in denen die Evaluation durchgeführt wurde, präsentiert. Insgesamt beurteilten diese Fraktur 56 Ärzte, die in die in Tabelle 10 angegebenen Gruppen einzuteilen sind:

Tabelle 10: Aufteilung der Evaluatoren nach Gruppen, Calcaneus 4

Dienstzeit	Ärzte	operierte Calcanei pro Jahr
1-2 Jahre	15: 15 Assistenzärzte	15(0-1)
3-5 Jahre	13: 13 Assistenzärzte	9(0-1); 4(<5)
6-10 Jahre	14: 2 Assistenzärzte, 6 Facharztanwärter, 6 Oberärzte	7(0-1); 4(<5); 2(5-10); 1(>10)
11-20 Jahre	9: 8 Oberärzte, 1 Chefarzt	1(0-1); 1(<5), 4(5-10); 3(>10)
20 Jahre	5: 4 Oberärzte; 1 Chefarzt	1(0-1); 2(<5); 1(5-10); 1(>10)

Bei Calcaneus 4 wurden von 2464 Fragen 192 Fragen nicht beantwortet. Dies entspricht 7,8%. Die übrigen 2272 Fragen wurden zu 50,9% richtig beantwortet (1155 richtige Antworten).

Bei den 2D Bildern wurden von den 1232 Fragen 107 Fragen nicht beantwortet (8,7%). Von den möglich richtigen 1125 Antworten wurden 48,8% richtig gegeben.

Bei der 3D Darstellung der Fraktur zeigten sich bessere Gesamtergebnisse: Es wurden von den 1232 Fragen nur 85 Fragen nicht beantwortet (7,0%) und die restlichen 1147 Fragen konnten zu 52,8% richtig beantwortet werden.

Diese Verbesserung fällt vor allem bei den jungen Ärzten auf. Die Ärzte der Gruppe mit 1-2 Dienstjahren konnten sich um 8,2% bei den 3D Bildern verbessern, die mit 3-5 und 6-10 Dienstjahren erzielten gleichfalls eine eindeutige Verbesserung.

Die Anzahl der nicht beantworteten Fragen war bei den 3D Bildern wesentlich geringer als bei den 2D Bildern. Die Ärzte der Gruppe mit 1-2 Dienstjahren konnten bei 2D 11,8% der Fragen nicht beantworten, bei 3D 10,6%. Bei denen mit 3-5 Dienstjahren waren es bei 2D 12,6%, bei 3D nur 9,1% und bei denen mit 6-10 Dienstjahren bei 2D 5,8%, bei 3D 4,2%. Selbst die erfahrenen Ärzte mit 11-20 Dienstjahren beantworteten bei 2D 5,6% der Fragen nicht, bei 3D waren es 4,0%. Die Ärzte mit >20 Dienstjahren konnten bei beiden Darstellungsweisen jeweils 3 Fragen nicht beantworten (2,7%). Die übersichtliche Darstellung dieser Ergebnisse zeigt Diagramm 8.

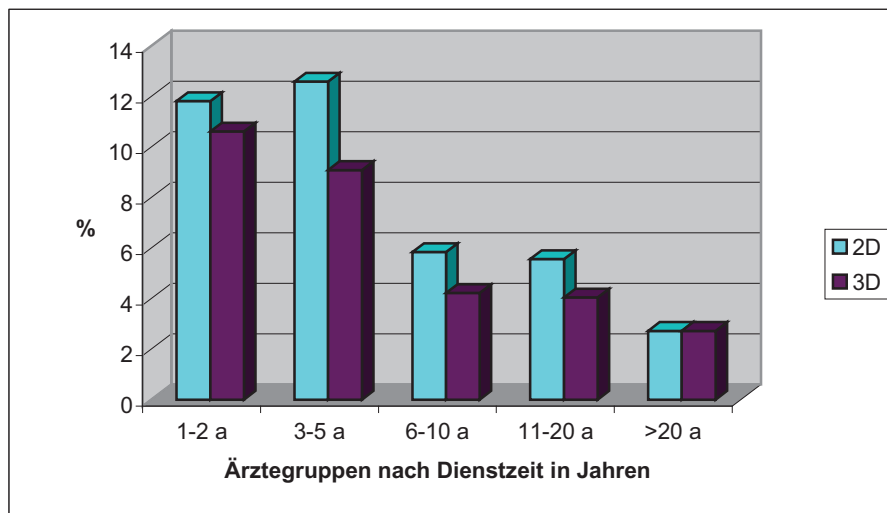


Diagramm 8: nicht beantwortete Fragen pro Ärztegruppe in Prozent,
Calcaneus 4

Betrachtet man die einzelnen Themenkomplexe, so kann man erkennen, dass nach den oben genannten Kriterien (pro Frage mindestens 2 Ärztegruppen; Verbesserung oder Verschlechterung um mindestens 20,0%) in dem Komplex zur Pathologie und zur Gelenkbeteiligung nur Verbesserungen mit dem 3D CT eintraten.

So wurden hier, anders als bei den Calcanei 2 und 3 die Fragen nach der Integrität der lateralen und medialen Oberfläche des Calcaneus (3.1 und 3.2) wesentlich besser bei 3D als bei 2D beurteilt. Bei Frage 3.1 schnitten die Gruppen mit 11-20 und >20 Dienstjahren um 22,2% und 20,0% besser ab. Auch die anderen Gruppen konnten sich hier verbessern, sodass eine Gesamtverbesserung von 12,5% zu erkennen war. Frage 3.2 wurde von den Ärzten mit 1-2 und >20 Dienstjahren um jeweils 20,0% besser beurteilt, die Gruppe mit 11-20 Dienstjahren verschlechterte sich allerdings um 22,2%. Trotzdem ergab sich bei dieser Frage insgesamt eine Verbesserung um 8,9%. Die Beurteilung der Höhenveränderung (Frage 5) konnte von den Gruppen mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren um 20,0% und 20,5% besser bei 3D beantwortet werden, auch die Gruppen mit 6-10 und 11-20 Dienstjahren zeigten starke Verbesserungen. Im Gesamten wurde diese Frage um 17,2% besser mit den 3D Bildern beurteilt. Auch die letzten beiden zum Komplex „Pathologie der Fraktur“ gehörigen Fragen 11 und 12 konnten bei 3D besser als bei 2D beantwortet werden. Vor allem die älteren Ärzte mit 11-20 und >20 Dienstjahren

erzielten bei der Einteilung nach der Sanders Klassifikation (Frage 11) um 33,3% und 66,7% mehr richtige Antworten. Bei den jungen Ärzten ergab sich hier kein Unterschied. Das Gesamtergebnis zeigte eine Verbesserung von 15,4%. Bei dieser Frage bleibt anzumerken, dass sie auffallend häufig nicht beantwortet wurde: bei 2D gaben hier 22 von 56 Ärzten keine Antwort (39,3%), bei 3D sogar 30 von 56 Ärzten (53,6%). Der überwiegende Teil der jungen Ärzte gab bei dieser Frage keine Antwort. Die Frage nach den Begleitverletzungen wurde gesamt um 8,6% besser bei 3D beurteilt, davon erkannten die Ärzte mit 3-5, 6-10 und >20 Dienstjahren um 23,1%, 21,4% und 20,0% besser, dass keine Begleitverletzung vorlag.

Im Bereich der Gelenkbeteiligung zeichneten sich durchwegs Verbesserungen bei 3D ab. Besonders das Talo-Calcaneal-Gelenk wurde zutreffender bei 3D beurteilt. Die Dislokation der posterioren Facette um über 2 mm (Frage 10.2.1.2) wurde von den Ärzten mit 1-2 und 11-20 Dienstjahren um 20,3% und 22,2% besser bei 3D erkannt. Insgesamt ergab sich bei dieser Frage eine Verbesserung um 6,0%. Die mediale Facette dieses Gelenks (Frage 10.2.2) wurde von der Gruppe mit 3-5 und 11-20 Dienstjahren um 25,0% und 40,0% besser beurteilt (Gesamtergebnis: 7,4% Verbesserung). Auch die Fragen nach dem Calcaneo-Cuboid-Gelenk wurden jeweils um über 10,0% besser mit den 3D Bildern beurteilt. Die Frage nach Frakturlinien in demselben (10.1.1) wurde im Gesamten sogar um 17,8% besser bei 3D beantwortet.

Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Antworten zu Frage 14, die nach dem Operationszugang fragte.

Tabelle 11: Ergebnisse der Frage 14: Operationszugang, Calcaneus 4

Zugang	2D	3D
extended lateral	51,8%	39,3%
bilateral	7,1%	8,9%
minimal invasiv	1,9%	1,8%
extended lateral und sustentacular	7,1%	8,9%
medial	5,3%	10,7%
keine Antwort	26,8%	30,4%
Änderung von 2D zu 3D	21,4%	

Mit Kleinfragment Schrauben hätten bei 2D 28,6% gearbeitet, bei 3D 50,0%, Großfragment Schrauben hätten bei 3D 7,1% eingesetzt, bei 2D keiner. Bei dieser Frage änderten 30,4% ihre Meinung. 12,5% hätten bei 2D eine Sanders Platte eingesetzt, bei 3D 14,3%; 7,1% änderten hier ihre Meinung zwischen 2D und 3D. Für die Calcaneal Interlocking Plate hätten sich bei 2D 50,0% entschieden, bei 3D 41,1%, 10,7% änderten hier ihre Angabe. Für eine andere Platte entschieden sich bei 2D 8,9%, bei 3D 16,1%; 7,1% änderten bei dieser Entscheidung die Meinung von 2D zu 3D.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das 3D CT bei diesem Calcaneus einen Vorteil bei der Beurteilung bringen konnte, vornehmlich bei der Beurteilung der Gelenkbeteiligung. Bei diesem Fragenkomplex konnten bei allen Fragen Verbesserungen erzielt werden, in der Beurteilung der Dislokation der posterioren Facette und der Frakturierung der medialen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks zeigten sich besonders ausgeprägte Verbesserungen. Auch die Beurteilung der lateralen und medialen Calcaneuswand, der Höhenveränderung des Knochens und der Begleitverletzungen wurde mit den 3D Bildern ebenso besser durchgeführt wie die Einteilung der Fraktur nach der Sanders Klassifikation.

Die Verbesserungen und Verschlechterungen um mindestens 20,0%, die die einzelnen Ärztgruppen bei der Beurteilung dieses Calcaneus bei allen Fragen zusammen erzielten, fasst Tabelle 12 zusammen.

Tabelle 12: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,0% Differenz zwischen 2D und 3D

Dienstzeit	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
1-2 Jahre	5	0	22
3-5 Jahre	4	2	22
6-10 Jahre	3	1	22
11-20 Jahre	3	3	22
>20 Jahre	6	5	22
Gesamt:	21	11	110

Bei diesem Calcaneus wurde die Bildqualität der 2D Bilder von 29,6% der Ärzte als sehr gut und von 70,4% als gut beurteilt. 2 Ärzte beantworten diese Frage

nicht. Für den 3D Film gaben 31,4% der Evaluatoren an, dass er eine sehr gute, 56,9% eine gute und 11,7% eine ungenügende Qualität habe. 5 Ärzte enthielten sich (Diagramm 9).

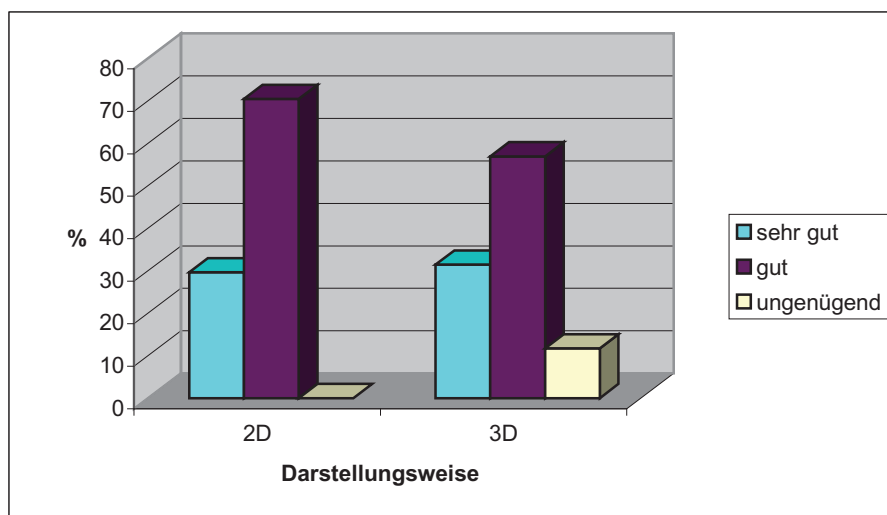


Diagramm 9: subjektive Einschätzung der Bildqualität, 2D und 3D, Calcaneus 4

Die Frage nach dem subjektiven Nutzen für den Evaluator (Frage 16) wurde von 2 Ärzten nicht beantwortet. Von den restlichen zogen 3,7% aus den 3D Bildern sehr viele zusätzliche Informationen, 44,4% viele, ebenfalls 44,4% wenige und 7,4% keine. Die Gesamtheit dieser Ergebnisse findet sich im Anhang Nummer 6.

5.5.2. Beispielbilder, Calcaneus 4

Die Ergebnisse zeigen, dass das 3D CT bei dieser Fraktur vielen Ärzten half, die Fraktur richtig zu evaluieren. Die nachfolgenden Abbildungen 30 bis 32 lassen dieses Ergebnis nachvollziehen.

Deutlich auf den 3D Bildern im Bereich „Pathologie der Fraktur“ wird, dass die laterale Oberfläche des Calcaneus intakt ist (siehe Abbildung 31 d), welche auf den Schichtbildern oftmals als frakturiert bezeichnet wurde. Auf Abbildung 32 a (siehe Pfeil) könnte angenommen werden, dass eine leichte Andeutung einer Frakturlinie vorläge, aber die sagitalen Bilder (Abbildung 31 b) bestätigen diesen Eindruck nicht. Die mediale Oberfläche ist frakturiert und disloziert (Abbildung 31 c). Hier konnte, wie auch bei Calcaneus 1, die Dislokation bei

den 2D Bildern nicht erkannt werden, obwohl sie in den axialen Bildern mehr als deutlich zu sehen ist (Abbildung 32 a). Die Tatsache, dass die Höhe und die Länge des Calcaneus nur leicht, und nicht, wie sich bei 2D vermuten lässt, stark verändert ist, wurde bei dem 3D Film gut erkannt. Auch die posteriore und die mediale Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks wurden bei 3D sehr gut beurteilt. In der coronaren Ansicht beziehungsweise deren Pendant im 3D Bild ist die Frakturlinie der posterioren Facette zu erkennen (Abbildung 30). Bei 2D gaben mehrere Ärzte an, hier mehr als nur 1 Frakturlinie sehen zu können, was sie bei Betrachten der 3D Bilder revidierten. Die Dislokation dieses Gelenks um mehr als 2 mm wurde vielen Ärzten auch nur bei den 3D Bildern ersichtlich; bei 2D beantworteten mehrere diese Frage mit „nicht disloziert“. Die mediale Facette wurde bei 3D richtig als frakturiert und disloziert erkannt, bei 2D oft nur als frakturiert.

In der Aufsicht von lateral (Abbildung 31 d) ist das Calcaneo-Cuboid-Gelenk zu beurteilen. Bei dem 3D Film erkannten viele Ärzte die eine Frakturlinie (Pfeil) und die Dislokation des Gelenks um mehr als 2 mm. In den 2D Schichtbildern sahen mehrere Evaluatoren hier eine zweite Frakturlinie, wie man sie in Abbildung 31 a auch annehmen könnte.

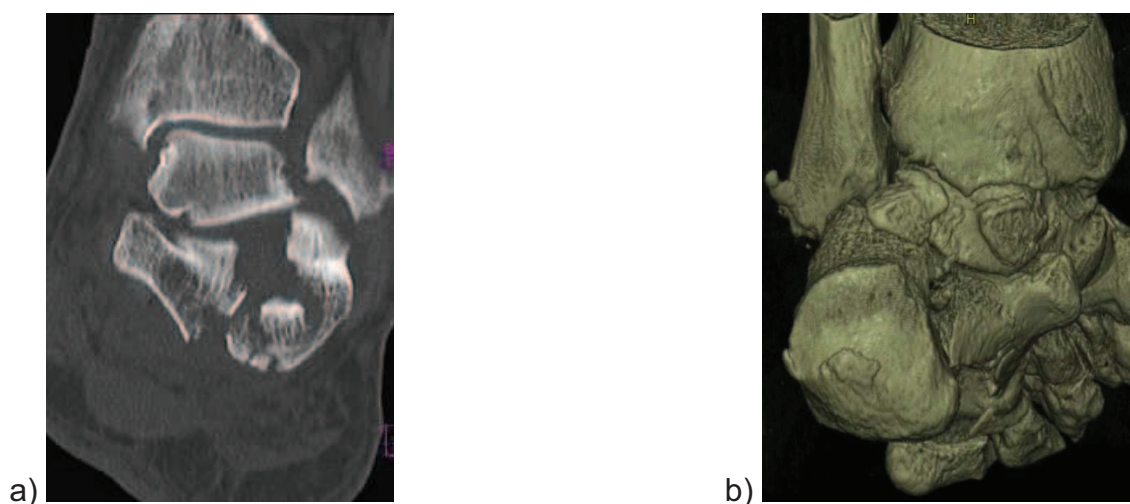


Abbildung 30: coronare 2D Ansicht (a) und entsprechende 3D Ansicht (b) des linken Fußes

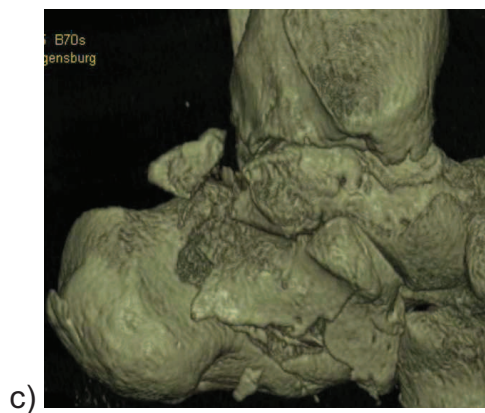
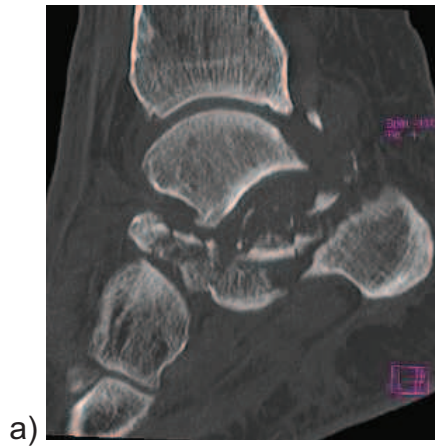


Abbildung 31: sagitale 2D Ansicht (a, b) und entsprechende 3D Ansichten (c, d) des linken Fußes; Pfeil in d zeigt auf Frakturlinie des Calcaneo-Cuboid-Gelenks

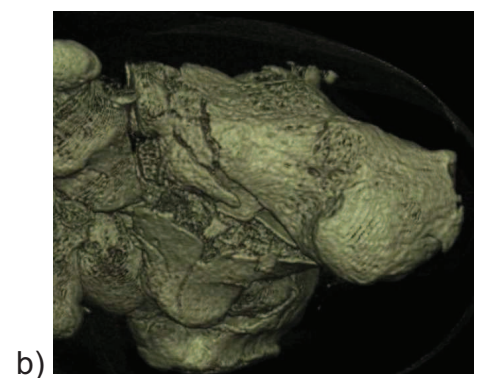
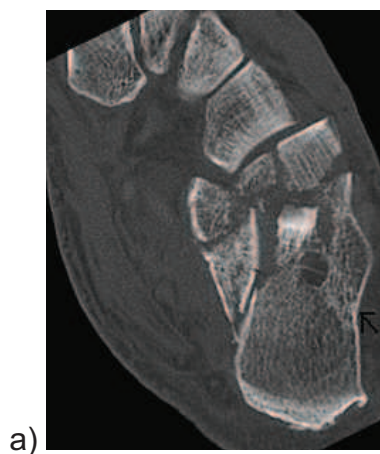


Abbildung 32: axiale 2D Ansichten (a) und entsprechende 3D Ansicht (c) des linken Fußes

Dass diese Fraktur mittels eines bilateralen Zuganges (McRaynolds und modifizierter Palmer) versorgt werden sollte, erkannte nur ein Teil der Ärzte. Viele entschieden sich für den extended lateral Zugang, der aber auf Grund der pathologischen Gegebenheiten nicht ausreichend gewesen wäre. Die Fraktur wurde mit einer H-Antigleitplatte von medial und einer LCP-T-Platte von lateral versorgt.

5.6. Calcaneus 5 (subtalare Joint Depression Luxationsfraktur mit Isthmusdefekt)

5.6.1. Ergebnisse, Calcaneus 5

Calcaneus 5 (subtalare Joint Depression Luxationsfraktur des rechten Calcaneus mit großem Isthmusdefekt, Sanders Typ III, ICI 81.2 C2 [d 1.3.3, h 1.2.2]) wurde von 25 Ärzten beurteilt. Teilt man diese wiederum in Gruppen nach deren Dienstzeit und der pro Jahr operierten Calcanei ein, ergibt sich folgende Aufstellung in Tabelle 13.

Tabelle 13: Aufteilung der Evaluatoren nach Gruppen, Calcaneus 5

Dienstzeit	Ärzte	operierte Calcanei pro Jahr
1-2 Jahre	2: 2 Assistenzärzte	2(0-1)
3-5 Jahre	8: 8 Assistenzärzte	6(0-1); 2(<5)
6-10 Jahre	8: 2 Assistenzärzte, 2 Facharztanwärter, 4 Oberärzte	5(0-1); 3(<5)
11-20 Jahre	5: 5 Oberärzte	1(<5), 3(5-10); 1(>10)
20 Jahre	2: 2 Oberärzte	1(0-1); 1(<5)

Im Gesamten wurden 121 von 1100 Fragen nicht beantwortet (11,0%); von den restlichen 979 Fragen wurden 561 richtig beantwortet, was 57,3% entspricht.

Bei den 2D Bildern konnten 51 von 550 Fragen nicht beantwortet werden (9,3%), die übrigen 499 wurden zu 54,5% richtig gelöst.

Bei den 3D Bildern konnten mehr Fragen nicht beantwortet werden: 70 der 550 Fragen wurden nicht angekreuzt (12,7%), dafür konnte ein höherer Prozentsatz der übrigen 480 Fragen richtig beantwortet werden (60,2%).

Auffällig bei diesem Calcaneus war, dass sich die Ärzte mit mittlerem Erfahrungsschatz in der Summe aller Fragen mit den 3D Bildern stark verbessern konnten. Die Ärzte mit 6-10 Dienstjahren verbesserten sich um 8,7%, die mit 11-20 Dienstjahren sogar um 17,7% im Vergleich zu der Beurteilung mit den 2D Bildern. Die jüngeren Ärzte verschlechterten sich bei den 3D Bildern und bei den Ärzten mit >20 Dienstjahren zeigte sich ein Unterschied von <1,0%. Außer in dieser Gruppe, die mit den 2D Bildern 1 Frage nicht beantworten konnte, bei 3D jedoch alle Fragen ankreuzte (2,3% versus 0,0%) konnten alle anderen Gruppen mehr Fragen bei 3D nicht beantworten als bei 2D. Bei den Ärzten mit 1-2 Dienstjahren waren das bei 2D 22,7%, bei 3D 29,6%, bei denen mit 3-5 Dienstjahren bei 2D 13,6%, bei 3D 19,9%. Die Ärzte mit 6-10 Dienstjahren konnten bei 2D und bei 3D jeweils 15 Fragen nicht beantworten (8,5%) und die mit 11-20 Dienstjahren bei 2D 1 und bei 3D 7 (0,9% versus 6,4%). Eine Übersicht über diese Werte gibt Diagramm 10.

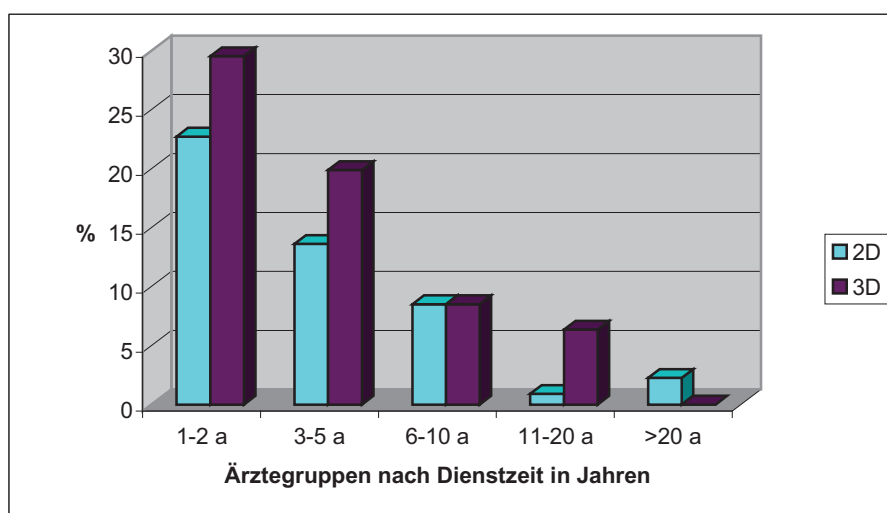


Diagramm 10: nicht beantwortete Fragen pro Ärztegruppe in Prozent, Calcaneus 5

Im Fragenkomplex zur Pathologie der Fraktur konnten 4 Fragen besser mit 3D beurteilt werden, 3 schlechter.

Frage Nummer 1, die nach der Anzahl der insgesamt erkennbaren Hauptfragmente fragte, wurde von den Ärztegruppen mit 6-10 und 11-20 Dienstjahren um 25,0% und 40,0% besser bei 3D beantwortet, im Gesamten ergab sich eine Verbesserung von 20,0%, da auch die anderen Gruppen bessere oder zumindest gleichbleibend gute Ergebnisse erzielten. Die Frage nach den Fragmenten insgesamt (Frage 2) wurde allerdings bei 3D schlechter gelöst, die jungen Ärzte mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren schnitten hier um 100,0% und 28,6% schlechter ab. Insgesamt ergab sich eine Verschlechterung von 17,4%. Wie auch bei Calcaneus 1 und 4 wurden hier die Fragen nach der Integrität der lateralen und medialen Calcaneusoberfläche besser mit den 3D Bildern beurteilt. Frage 3.2, bei der die mediale Fläche bewertet werden sollte, wurde von den Ärzten mit 1-2 und 6-10 Dienstjahren um jeweils 50,0% besser bewertet und von denen mit 11-20 um 20,0% besser, sodass sich insgesamt eine Verbesserung von 28,3% ergab. Anders als bei den anderen 4 Calcanei wurde hier auch die Integrität des Sustentaculum besser mit den 3D Bildern bewertet (Frage 4). Die Verbesserungen der einzelnen Ärztegruppen glichen denen der vorangehenden Frage. Die Gesamtverbesserung betrug 25,1%. Die Bewertung der Achsenabweichung (Frage 7) wurde hingegen besser mit den 2D Bildern gemeistert. Die Ärztegruppen mit 1-2, 3-5 und 11-20 Dienstjahren schnitten bei 3D um 50,0%, 33,9% und 20,0% schlechter ab. Insgesamt ergab das eine Verschlechterung bei 3D um 15,2%. Ebenso wurde die Abschätzung des Böhler Winkels schlechter mit den 3D Bildern gemacht (Frage 8). Die Ärztegruppen mit 6-10 und >20 Dienstjahren schnitten um 20,0% und 50,0% schlechter bei 3D ab. Auch wenn sich die Gruppe mit 1-2 Dienstjahren um 50,0% verbessern konnte, so verschlechterten sich alle Gruppen zusammen genommen doch um 10,7%. Die Einteilung nach der Klassifikation nach Sanders (Frage 11) vollzogen die Ärzte wiederum besser mit den 3D Bildern. Die Gruppe mit 3-5 und 6-10 Dienstjahren erzielten um 25,0% und 33,3% bessere Ergebnisse. Im Gesamten konnte eine Verbesserung um 17,7% erzielt werden.

Die Fragen zur Gelenkbeteiligung wurden ambivalent beantwortet. Das Calcaneo-Cuboid-Gelenk und die mediale Facette des Talo-Calcanear-Gelenks

wurden bei den 3D Bildern besser beurteilt, die posteriore Facette desselben jedoch schlechter. Frage Nummer 10.1.1, die nach den Frakturlinien im Calcaeo-Cuboid-Gelenk fragte, wurde besonders von den erfahrenen Ärzten besser mit den 3D Bildern beurteilt. Die Gruppen mit 11-20 und >20 Dienstjahren erzielten um 100,0% und 50,0% bessere Ergebnisse, alle Ärzte gemeinsam verbesserten sich um 30,9%. Auch die Frage nach der Dislokation des Gelenks (10.1.2) wurde besser mit den 3D Bildern beurteilt. Die Anzahl der Frakturlinien in der posterioren Facette (Frage 10.2.1.1) wurde von den Ärzten mit 1-2 und >20 Dienstjahren um 100,0% und 50,0% schlechter beantwortet, von denen mit 11-20 um 26,7% besser. Im Gesamten ergab sich eine Verschlechterung von 8,8%. Die Dislokation dieses Gelenkanteils (10.2.1.2) wurde ebenso schlechter mit den 3D Bildern beurteilt. Die jungen Ärzte mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren verschlechterten sich um 100,0% und 71,4%, im Gegensatz dazu verbesserten sich die mit 11-20 Dienstjahren um 20,0%. Insgesamt zeigte sich jedoch eine Verschlechterung von 27,6%. Wesentlich besser wurde die Frage nach der Frakturierung der medialen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks mit den 3D Bildern beurteilt (Frage 10.2.2). Ärzte mit 3-5, 6-10 und 11-20 Dienstjahren konnten sich um 20,0%, 57,1% und 20,0% verbessern. Alle Gruppen zusammen erzielten um 31,4% bessere Ergebnisse. Den Operationszugang wählen die Evaluatoren wie in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Ergebnisse der Frage 14: Operationszugang, Calcaneus 5

Zugang	2D	3D
extended lateral	56,0%	64,0%
posterolateral	0,0%	4,0%
keine Antwort	44,0%	32,0%
Änderung von 2D zu 3D	12,0%	

32,0% hätten bei der Operation Kleinfragment Schrauben verwendet, 24,0% Großfragment, wobei 16,0% ihre Meinung zwischen 2D und 3D änderten.

12,0% hätten eine Sanders Platte bei 2D eingesetzt, bei 3D 8,0%. 4,0% entschieden sich von 2D zu 3D um. Für eine Calcaneal Interlocking Plate entschieden sich 56,0% bei 2D und 60,0% bei 3D. 4,0% entschieden sich um. Eine andere Platte hätte keiner der Evaluatoren gewählt.

Summa summarum zeigt sich bei diesem Calcaneus, dass die Anzahl der Hauptfragmente, die mediale Oberfläche des Calcaneus, die Integrität des Sustentaculum und die Einteilung nach der Sanders Klassifikation besser mit den 3D Bildern beurteilt wurde. Ebenso konnten die Frakturlinien des Calcaneo-Cuboid-Gelenks und die Frakturierung der medialen Facette des Talo-Calcanal-Gelenks besser mit den 3D Bildern bewertet werden.

Das Angeben der Anzahl der Gesamtfragmente der Fraktur, die Beurteilung der Achsenveränderung und die Einschätzung des Böhler Winkels wurden besser mit den 2D Schichtbildern gemacht. Auch die Beurteilung der posterioren Facette des Talo-Calcanal-Gelenks mit Angeben der Anzahl der Frakturlinien und der Größe der Dislokation konnte mit dem 3D Film schlechter vorgenommen werden als mit den 2D Schichtbildern.

Die Anzahl der Verbesserungen und Verschlechterungen um mindestens 20,00% aller Fragen, aufgeteilt nach den Gruppen an Dienstjahren der Ärzte zeigt Tabelle 15.

Tabelle 15: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,00% Differenz zwischen 2D und 3D

Dienstzeit	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
1-2 Jahre	3	5	22
3-5 Jahre	3	4	22
6-10 Jahre	5	1	22
11-20 Jahre	14	1	22
>20 Jahre	2	2	22
Gesamt:	27	13	110

Die Fragen nach den subjektiven Einschätzungen ergaben hier folgende Ergebnisse: 40,0% der Ärzte fanden die Qualität der 2D Bilder sehr gut, 60,0% gut. Diejenige der 3D Bilder schätzen 4,0% als sehr gut ein, 52,0% als gut und 44,0% als ungenügend (Diagramm 11).

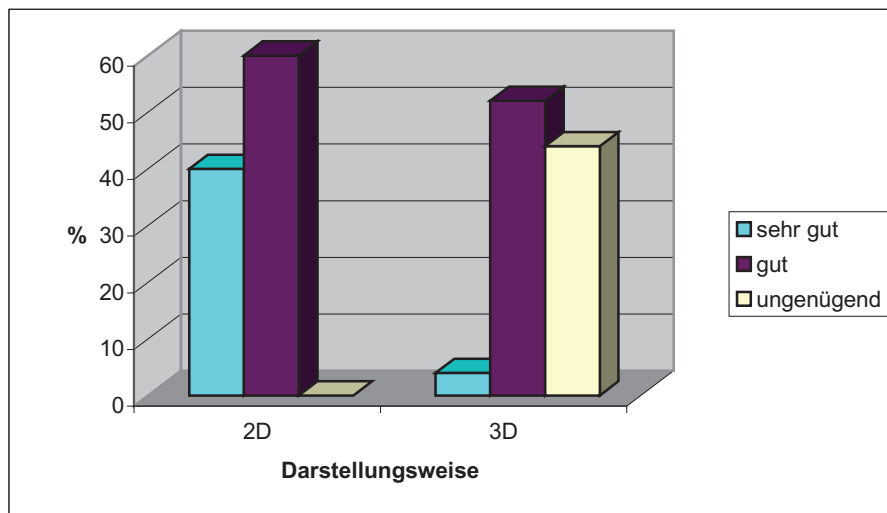


Diagramm 11: subjektive Einschätzung der Bildqualität, 2D und 3D,
Calcaneus 5

Die Frage nach den zusätzlichen Informationen durch das 3D CT beantworteten 4,2% der Ärzte mit „sehr viele“, 8,3% gaben „viele“ an, 41,7% „wenige“ und 45,8% gaben an, keine Mehrinformationen gewinnen zu können. 1 Arzt beantwortete diese Frage nicht. Alle weiteren Werte zu diesen Fragen finden sich im Anhang Nummer 7.

5.6.2. Beispielbilder, Calcaneus 5

Bei Betrachten der Abbildungen 33 bis 35 kann erkannt werden, dass die Anzahl der Haupt- und Nebenfragmente bei beiden Darstellungsweisen zu erkennen ist. Es liegt hier ein Trümmerbruch vor, der von mehreren Ärzten nur bei den 2D Bildern erkannt wurde, obwohl auf dem 3D Bild mit Aufsicht von tarsal (Abbildung 35 c) gut zu sehen wäre, dass der Knochen in eine Vielzahl von einzelnen Splittern frakturiert ist. Die Tatsache, dass mehr als 4 Hauptfragmente vorliegen, wurde hingegen besser mit den 3D Bildern erkannt. Dies mag daran liegen, dass der Knochen bei diesen Aufnahmen ganzheitlich dargestellt ist und das Identifizieren der Fragmente leichter gelingt, aber prinzipiell sind die Hauptfragmente auch sehr gut beim Durchscrollen durch die coronaren und sagitalen Schichten erkennbar (Abbildung 33 a, b und 34 a, b). Die Tatsache, dass das Sustentaculum intakt ist, ist gut auf Abbildung 33 c zu sehen, bei den 2D Bildern wurde öfters falsch vermutet, dass der Frakturspalt,

der direkt hinter dem Sustentaculum von kranial nach tarsal läuft (Abbildung 33 a), auch das Sustentaculum miterfassen würde. Die Dislokation und die 2 Frakturlinien des Calcaneo-Cuboid-Gelenks sind auf Abbildung 31 d zu erkennen. Das entsprechende 2D Bild zeigt Abbildung 33 b.

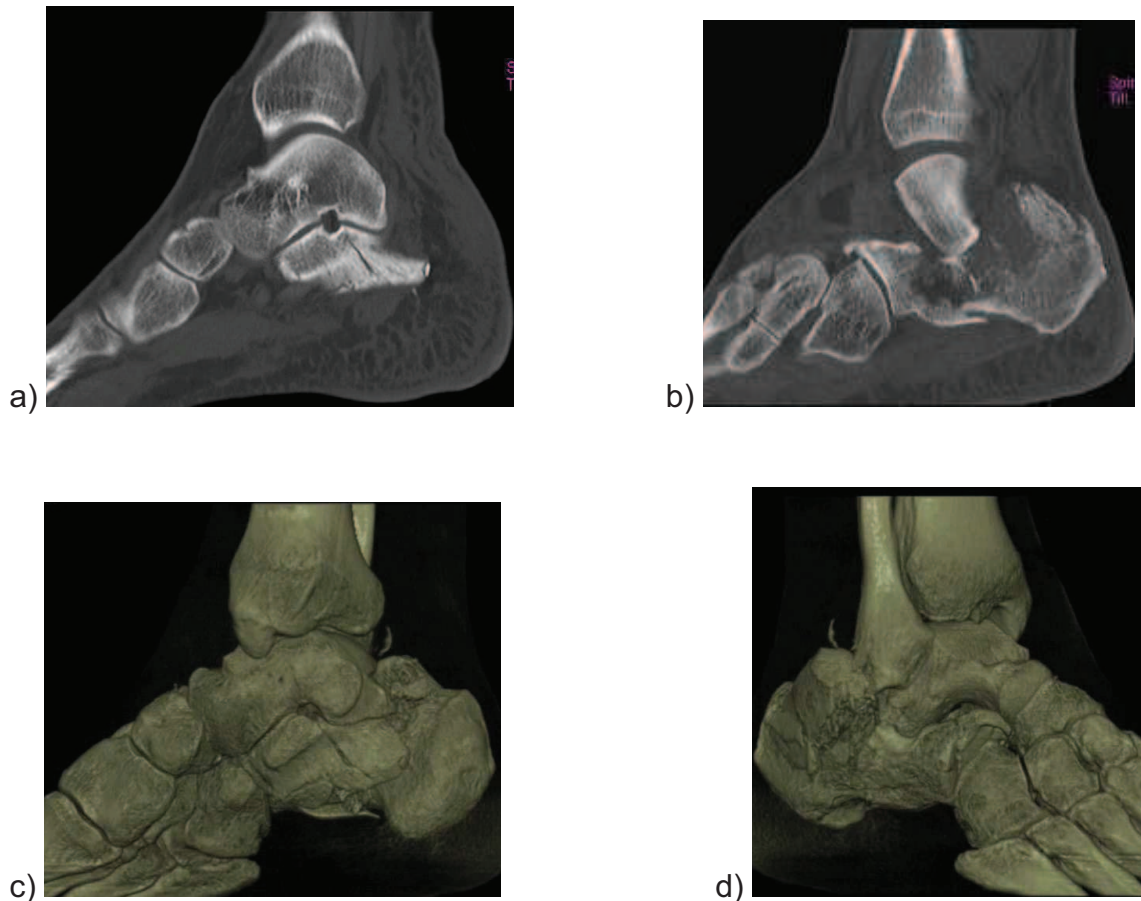


Abbildung 33: sagittale 2D Ansichten (a, b) und entsprechende 3D Ansichten (c, d) des rechten Fußes

Zur Beurteilung der posterioren Facette können die coronaren Bilder herangezogen werden. Nachteilig bei dem 3D Bild ist, dass es unmöglich ist, hier in das Gelenk hineinzusehen und so die 3 Frakturlinien zu erkennen. Dies zeigte sich auch in den Ergebnissen der Auswertung, in denen bei diesen Fragen deutlich schlechter bei 3D als bei 2D abgeschnitten wurde. Auch die Dislokation um über 2 mm kann bei dem 3D Bild schwerer erkannt werden.

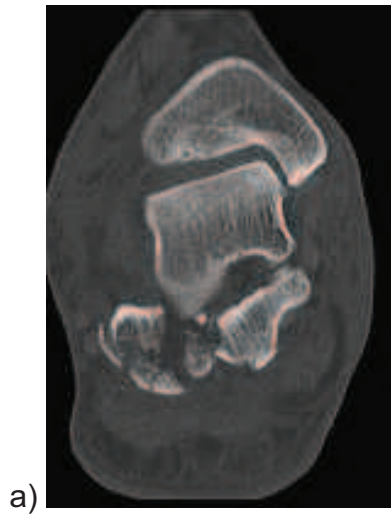
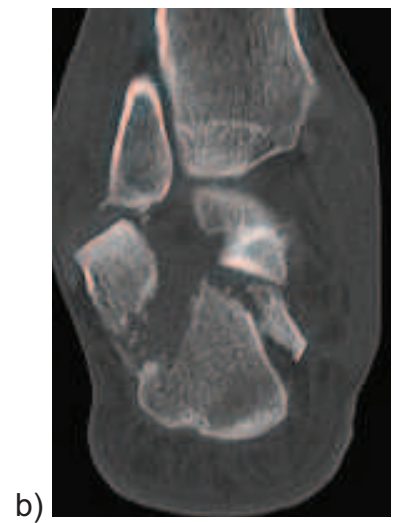
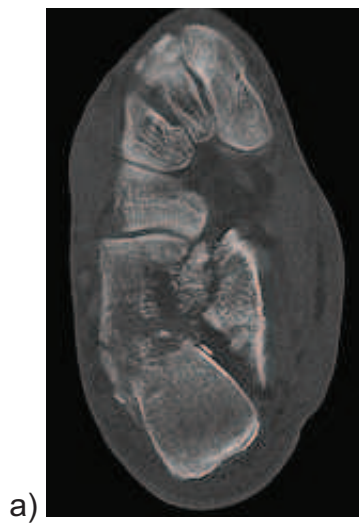


Abbildung 34: coronare 2D Ansichten (a, b) und entsprechende 3D Ansicht (c)
des rechten Fußes





c)

Abbildung 35: axiale 2D Ansichten (a, b) und entsprechende 3D Ansicht (c) des rechten Fußes

Die Operationsplanung kann an beiden Darstellungsweisen gut durchgeführt werden. Dieser Fraktur sollte nach dem Setzen eines Extended Lateral Zugangs mit einer Calcaneal Interlocking Plate stabilisiert werden.

5.7. Gesamtergebnisse

5.7.1. Objektiv zu beantwortende Fragen

5.7.1.1. nicht beantwortete Fragen

Bei allen Calcanei zusammen wurden von 8140 Fragen 596 Fragen nicht beantwortet, was 7,3% entspricht. Bei den Fragen, die zu den 2D Bildern gestellt wurden, wurden 307 von 4070 Fragen nicht beantwortet (7,5%), bei den Fragen zu dem 3D Film wurden 289 von 4070 Fragen nicht beantwortet (7,1%). Aufgeteilt nach der Dienstzeit der Ärztgruppen zeigte sich, dass bei den jungen Ärzten mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren mit über 10,0% ein hoher Prozentsatz an Fragen vorliegt, der nicht beantwortet wurde. Die Gruppen mit den dienstälteren Ärzten beantworteten weniger als 5,0% der gestellten Fragen nicht. Weiterhin kann festgestellt werden, dass die Ärzte mit 1-2 Dienstjahren

um 1,1% weniger Fragen bei 2D als bei 3D beantworten konnten, was 14 Fragen entspricht. Bei den Ärzten mit 3-5 Dienstjahren lag diese Differenz bei 1,3% (11 Fragen). Den Ärzten mit über 6 Dienstjahren brachten die 3D Bilder den Vorteil, mehr Fragen beantworten zu können, nicht. Diagramm 12 zeigt die Prozentsätze an Fragen auf, die mit den 2D und 3D Bildern von den jeweiligen Ärztegruppen nicht beantwortet werden konnten.

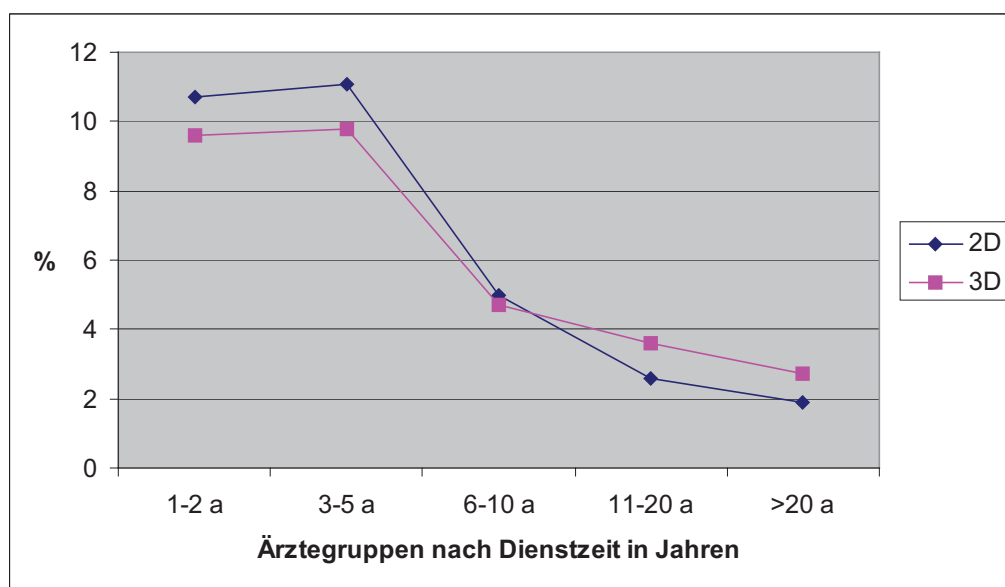


Diagramm 12: nicht beantwortete Fragen aller Calcanei und aller Fragen in Prozent, eingeteilt nach der Dienstzeit der Evaluatoren

Auffällig bei den Einzelfragen war die Tatsache, dass bei einigen Fragestellungen besonders viele Antworten nicht gegeben wurden. So konnte Frage 11, die die Einteilung nach der Sanders Klassifikation erfragte, zu 36,2% bei den 2D Bildern und zu 41,1% bei den 3D Bildern nicht beantwortet werden, wobei hier die Ärzte mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren den höchsten Prozentsatz an nicht angekreuzten Fragen vorwiesen. Die Frage nach dem geeigneten Operationszugang (14) wurde zu 28,1% bei 2D und zu 27,6% bei 3D nicht beantwortet. Auch hier lag der Großteil der fehlenden Antworten bei den Ärztegruppen mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren. Die Fragen Nummer 8, 9, 10.2.1.2 und 10.2.2, die nach der Veränderung des Böhler Winkels, nach der Veränderung des Gissane Winkels, nach der Dislokation der posterioren Facette und nach einer möglichen Fraktur der medialen Facette des Talo-

Calcaneal-Gelenks fragten, wurden von vielen Ärzten mit 1 bis 5 Dienstjahren nicht beantwortet, sodass sich ein Prozentsatz von >10,0% nicht beantworteter Fragen ergab. Die restlichen Fragen wurden von allen Ärzten zu mehr als 90,0% beantwortet. Jedoch bleibt auch bei diesen Fragen anzumerken, dass die jungen Ärzte der Gruppen mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren sowohl mit den 2D Bildern als auch mit den 3D Bildern weniger Fragen beantworten konnten als ihre erfahrenen Kollegen. Die genauen Zahlen sind der Tabelle im Anhang Nummer 8 in den Zeilen „nicht beantwortet“ zu entnehmen.

5.7.1.2. richtig beantwortete Fragen

Addiert man die Ergebnisse aller Ärzte, aller Calcanei und aller Fragen, so ergibt sich, dass mit den 2D Bildern 61,4% der Fragen richtig beantwortet wurden, mit den 3D Bildern 62,6%. Es konnten sich alle Ärzteguppen, bis auf die der Ärzte mit >20 Dienstjahren, mit den 3D Bildern um bis zu 2,2% verbessern. Alle Gruppen erzielten einen prozentualen Anteil an richtig beantworteten Fragen in der Spanne von 55,4% bis zu 64,5%.

Die Ergebnisse, die die 5 Ärzteguppen erzielen konnten, zeigt Diagramm 13.

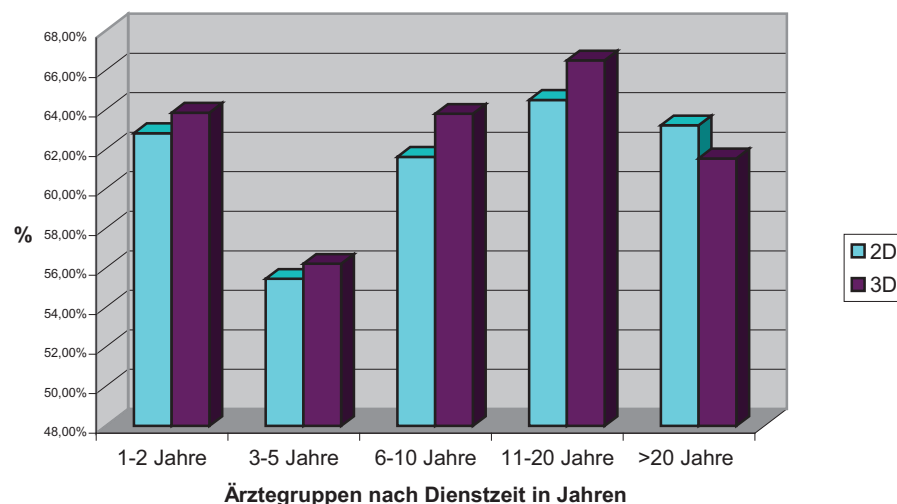


Diagramm 13: richtige Antworten prozentual zu den beantworteten Fragen, alle Calcanei, alle Fragen

Die Einzelfragen wurden mit einem prozentualen Anteil von 38,6% bis zu 92,9% richtig beantwortet. Die meisten richtigen Antworten wurden bei Frage 2 gegeben, die wenigsten bei Frage 1. Unter 50,0% richtige Antworten bei beiden Darstellungsweisen zeigten sich nur bei den Fragen 1, 3.1 und 10.2.1.1, die nach der Anzahl der Hauptfragmente der Fraktur, der Integrität der lateralen Calcaneuswand und nach Frakturlinien der posterioren Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks fragten. Auch der Anteil an richtigen Antworten bei den Fragen 10.1.1 (Frakturlinien im Calcaneo-Cuboid-Gelenk), 10.2.2 (Fraktur der medialen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks) und 11 (Sanders Klassifikation) lag unter 50,0%, allerdings nur bei der Beurteilung der 2D Bilder. Über 80,0% richtige Antworten lagen bei den Fragen Nummer 2 und 9 vor, die nach der Gesamtanzahl der Fragmente und nach dem Gissane Winkel fragten. Der Anteil an richtigen Antworten der restlichen Fragen lag zwischen 50,0% und 80,0%.

Die Richtigkeit der Antworten der verschiedenen Ärztegruppen bei den einzelnen Fragen lagen zwischen 25,6% und 100,0%. Die einzelnen Ergebnisse sind der Tabelle im Anhang Nummer 8 zu entnehmen.

Geht man weiterhin davon aus, dass ein klinisch relevanter Unterschied ab 20,0% Differenz zwischen den Ergebnissen der 2D und 3D Bilder vorliegt, so kann bei der Gesamtauswertung, bei der die Ergebnisse aller Calcanei addiert werden, kein klinisch relevanter Vorteil für die 3D Darstellungen erkannt werden. Die Differenzen zwischen den Ergebnissen von 2D und 3D in der Gesamtheit aller Ärzte und aller Calcanei lagen bei sämtlichen Fragen unter 13,0%. Auch die Differenzen der Ergebnisse der einzelnen Ärztegruppen bei den Einzelfragen betrugen mit zwei Ausnahmen unter 20,0%, wenn der Querschnitt für alle Calcanei gebildet wird (siehe Anhang Nummer 8).

Teilt man die Gesamtergebnisse nach den Themenkomplexen der Fragen ein, so zeigt sich, dass die Ärzte bei den Fragen zur Gelenkbeteiligung mit 5,1% Verbesserung am meisten von den 3D Bildern profitieren konnten. Die einzelnen Ärztegruppen erzielten bei diesen Fragen eine Verbesserung von bis zu 12,2%. In den anderen beiden Themenkomplexen, Pathologie der Fraktur und Operationsplanung, wurden annähernd gleiche Ergebnisse mit den 2D und 3D Bildern erzielt, wenn alle Calcanei zusammengefasst werden. Die weiteren Ergebnisse sind dem Anhang Nummer 9 zu entnehmen.

Addiert man, wie oft pro Ärztesgruppe bei den 5 Calcanei eine Verbesserung oder Verschlechterung der Ergebnisse der 3D Bilder im Vergleich zu den 2D Bildern von mindestens 20,0% eintrat, so kann festgestellt werden, dass sich bis auf die Ärztesgruppe mit >20 Dienstjahren, alle Gruppen öfters mit den 3D Bildern verbesserten als verschlechterten (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,0% Differenz zwischen 2D und 3D, aufgeteilt nach Dienstzeit der Ärztesgruppen, alle Fragen

Dienstzeit	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
1-2 Jahre	15	12	110
3-5 Jahre	21	19	110
6-10 Jahre	13	8	110
11-20 Jahre	23	10	110
>20 Jahre	10	19	110
gesamt:	82	68	550

Wie oft sich die Ärztesgruppen pro Calcaneus um mindestens 20,0% verbesserten und verschlechterten, zeigt zusammenfassend Tabelle 17.

Tabelle 17: Anzahl der Fragen mit Verbesserungen und Verschlechterungen von mindestens 20,0% Differenz zwischen 2D und 3D, aufgeteilt nach Calcanei, alle Fragen

	Verbesserung mit 3D	Verschlechterung mit 3D	Fragenanzahl
Calcaneus 1	18	15	110
Calcaneus 2	11	9	110
Calcaneus 3	5	20	110
Calcaneus 4	21	11	110
Calcaneus 5	27	13	110
gesamt:	82	68	550

Die meisten Verbesserungen wurden bei den Calcanei 1 (Tongue Type Fraktur mit großem zentralem Isthmusdefekt, Sanders Typ IV), 4 (Joint Depression Luxationsfraktur, Sanders Typ III) und 5 (subtalare Joint Depression Luxationsfraktur, Sanders Typ III) erzielt. Diese zeigten alle komplexe

Frakturmuster mit Sanders Typ III oder IV. Bei dem einfachen Frakturtyp, wie er bei Calcaneus 2 (extraartikuläre Tongue Type Fraktur, Sanders Typ I) vorlag, ergaben sich fast gleich viele Verbesserungen wie Verschlechterungen mit dem 3D CT. Auch bei Calcaneus 3, einer intraartikulären Joint Depression Fraktur mit Sanders Typ II, konnten die 3D Bilder nur wenige Vorteile bringen. Dieses Ergebnis lässt sich bestätigen, wenn man die Werte der Tabelle des Anhangs Nummer 10 betrachtet.

Bei Calcaneus 4, einer komplexen Joint Depression Fraktur, Sanders Typ III, konnten vor allem die jungen Ärzte der Gruppe mit 1-2 Dienstjahren von dem 3D CT profitieren, bei Calcaneus 5, einer subtalaren Joint Depression Luxationsfraktur, Sanders Typ III, profitierten insbesondere die Ärzte mit 6-10 und 11-20 Dienstjahren.

Tabelle 18 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse. Mindestens 2 Ärztegruppen mussten eine Verbesserung von mindestens 20,0% mit den 3D Bildern im Vergleich zu den 2D Bildern erzielen, damit das 3D CT als nützlich zu werten galt.

Tabelle 18: Übersicht über Nützlichkeit des 3D CTs bei einzelnen Calcanei und Fragen

Calcaneus	2: extraartikuläre Fraktur Sanders I	3: Joint Depression Fraktur Sanders II	4: Joint Depression Fraktur Sanders III	5: subtalare Joint Depression Luxationsfraktur Sanders III	1: Tongue Type Fraktur Sanders IV
Frage					
1: Hauptfragmente				nützlich	
2: Gesamtfragmente	nützlich				
3.1: laterale Oberfläche			nützlich		
3.2: mediale Oberfläche			nützlich	nützlich	nützlich
4: Sustentaculum				nützlich	
5: Höhe			nützlich		nützlich
6: Länge	nützlich				
7: Achse	nützlich				
8: Böhler Winkel					
9: Gissane Winkel					
10.1.1: Frakturlinie Calcaneo-Cuboid- Gelenk			nützlich	nützlich	nützlich
10.1.2: Dislokation Calcaneo-Cuboid- Gelenk			nützlich		
10.2.1.1: Frakturlinie post. Facette			nützlich		
10.2.1.2: Dislokation post. Facette			nützlich		
10.2.2: Integrität mediale Facette		nützlich	nützlich	nützlich	nützlich
11: Sanders Klassifikation				nützlich	
12: Begleitverletzungen			nützlich		

Auch an dieser Tabelle ist abzulesen, dass auf der rechten Seite, wo die Spalten der komplexen Frakturtypen angeordnet sind, das 3D CT bei vielen Fragestellungen nützlich war, wohingegen das bei den ersten beiden Spalten mit den Calcaneusfrakturen mit einfachen Frakturmustern weniger der Fall war.

Bei der Beurteilung der Integrität der medialen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks war das 3D CT bei den Calcanei 1, 3, 4 und 5 nützlich, was den Sanders Typen II-IV entspricht. Auch die Integrität der medialen Oberfläche der Calcanei und die Frakturlinien der Calcaneo-Cuboid-Gelenke wurden bei den Calcanei mit komplizierten Frakturtypen mit Sanders Typ III und IV (Calcanei 1, 4 und 5) klinisch relevant besser mit den 3D Bildern beurteilt. Für die

Einschätzung einer eventuellen Höhenänderung erwiesen sich die 3D Bilder bei den Calcanei 1 und 4 als nützlich.

Im Gesamten bleibt festzustellen, dass das 3D CT bei den komplexen Frakturmustern (Sanders Typ III und IV) die größten klinisch relevanten Vorteile erbrachte und bei den einfachen Frakturen mit Sanders Typ I oder II weniger Nutzen zeigte.

5.7.2. Subjektiv zu beantwortende Fragen

Die Gesamtergebnisse der Fragen nach den subjektiven Einschätzungen, also Fragen 13.1, 13.2 und 16 fasst Tabelle 19 zusammen, in der die Ärzte in Gruppen nach ihrer Dienstzeit eingeteilt sind.

Tabelle 19: Fragen nach subjektiven Einschätzungen, alle Calcanei, aufgeteilt nach Dienstzeit der Ärztegruppen und Fragennummer

Fragennummer	13.1			13.2			16			
	sehr gut	gut	ungenügend	sehr gut	gut	ungenügend	sehr viele	viele	wenige	keine
Dienstzeit										
1-2 Jahre	10,71%	87,50%	1,79%	39,22%	49,02%	11,76%	3,92%	68,63%	25,49%	1,96%
3-5 Jahre	7,69%	92,31%	0,00%	7,69%	69,23%	23,08%	0,00%	33,33%	52,78%	13,89%
6-10 Jahre	57,14%	42,86%	0,00%	32,50%	57,50%	10,00%	2,63%	23,68%	44,74%	28,95%
11-20 Jahre	46,15%	53,85%	0,00%	26,09%	56,52%	17,39%	7,14%	32,14%	35,71%	25,00%
>20 Jahre	70,59%	29,41%	0,00%	52,94%	41,18%	5,88%	0,00%	18,75%	56,25%	25,00%
SUMME	31,67%	67,78%	0,56%	30,00%	55,88%	14,12%	2,96%	40,24%	40,24%	16,57%

Bei diesen Ergebnissen kann festgestellt werden, dass die jungen Ärzte mit 1-2 Dienstjahren den größten subjektiven Nutzen aus dem 3D CT ziehen konnten. Über 2/3 von ihnen gaben an, viele zusätzliche Informationen aus den 3D Bildern erhalten zu haben, während dies bei allen anderen Gruppen nur etwa 1/3 der Ärzte angaben. Nur 2,0% der jüngsten Ärzte konnten keinen subjektiven Nutzen aus dem 3D Film ziehen.

Die Qualität der 2D Bilder wurde von den Evaluatoren besser eingeschätzt als die der 3D Bilder, die von immerhin 14,1% als ungenügend bezeichnet wurde. Prinzipiell beurteilten die jungen Ärzte die Qualität der 2D Bilder schlechter als

ihre älteren Kollegen, bei den 3D Bildern kann dieser Trend nicht erkannt werden.

6. Diskussion

Diese Studie ist die erste, die detailliert die Nützlichkeit eines 3D-CTs untersucht und dabei auf die Unterschiede in der Erfahrung der Ärzte eingeht sowie die Evaluation an mehreren, sehr unterschiedlichen Calcaneusfrakturen vornimmt.

Die in dieser Studie angewandte Studienmethodik birgt einige große Vorteile in sich. Durch die Art der Präsentation der Calcanei an den Kliniken konnte sichergestellt werden, dass zum einen eine große Anzahl von Ärzten erreicht werden konnte und dass diese zum anderen unterschiedlich erfahren und von unterschiedlichem Rang waren. Bei dieser Form der Präsentation für alle Ärzte die gleichen Voraussetzungen gegeben. Jeder Evaluator hatte die gleiche Zeit für seine Bewertung zur Verfügung, die gesamt etwa 10 Minuten pro Calcaneus betrug. Somit konnte ausgeschlossen werden, dass die Ergebnisse durch besonders langes oder kurzes Betrachten der Bilder verfälscht wurden. Eine Sitzung dauerte nie mehr als 45 bis 50 Minuten, was die Motivation der Ärzte erhöhte.

Der Fragebogen war standardisiert, wodurch er objektiv, einheitlich und zeitsparend auswertbar war. Auch die Detailliertheit des Bogens zeigte bei der Auswertung großen Nutzen, da durch die Einzelbetrachtung der Fragen verschiedene Facetten der Ergebnisse herausgearbeitet und bewertet werden konnten. Die subjektiven Fragen erlaubten, sich ein Bild über die derzeitige Einschätzung der Nützlichkeit des 3D CTs von Seiten der Klinikärzte zu machen.

Nachteilig an der Art der Präsentation war, dass die vorgegebene Zeit pro Calcaneus für jeden Evaluator gleich war, auch wenn dies im Sinne der gleichen Bedingungen für alle Ärzte von Vorteil war. Vor allem die jungen Ärzten mit 1 bis zu 5 Dienstjahren hätten wahrscheinlich mehr Zeit gebraucht, um die einzelnen Informationen mit ihrer geringeren Erfahrung herausarbeiten zu können. Zudem war ursprünglich für die Studie angedacht gewesen, die Zeit, die die einzelnen Evaluatoren pro Calcaneus und Betrachtungsweise benötigten, zu messen. Dies wäre bei der Gruppenbefragung, wie sie bei dieser

Studie durchgeführt wurde, nur schwer möglich gewesen. Entweder hätte man die Ärzte gebeten, dass jeder bei sich selbst die Zeit mitstoppen solle, die er für die Beantwortung des Fragebogens benötigte. Dies wäre allerdings sehr fehlerbehaftet gewesen, da die Ärzte bereits stark konzentriert auf die Bilder sein mussten und sich nicht auch noch mit der Zeitmessung beschäftigen konnten. Oder man hätte einen enormen Personalaufwand einsetzen müssen, so dass bei jedem Arzt ein Beobachter gesessen hätte, der die Zeitmessung für ihn übernommen hätte.

Bei dem Fragebogen ergab sich das Problem, dass er nur für diejenigen Ärzte vollständig auszufüllen war, die sich bereits zuvor im Laufe ihrer Berufslaufbahn eingehend mit dem Calcaneus beschäftigt hatten, da er sehr spezifische Fragen enthielt. Viele unerfahrenere Ärzte hatten zuvor noch nie etwas von der Sanders Klassifikation oder dem Böhler Winkel gehört und konnten dementsprechend auch diese Fragen nicht beantworten. Trotz dieser Umstände meisterten die meisten Ärzte das Beantworten dieser Fragen erstaunlich gut, was die auf dem Fragebogen abgebildeten Verdeutlichungen dieser für den Calcaneus spezifischen Maß- und Klassifikationsbegriffe sicher unterstützten.

Die Tatsache, dass die Fragebögen mit den 2D Bildern teilweise korrekter ausgefüllt wurden als mit den 3D Bögen kann mehrere Gründe haben: zum einen ist die 2D Darstellungsweise diejenige, die allen bekannt ist und die vor allem den erfahrenen Ärzten die richtigen Informationen liefern kann. Mit den 3D Bildern haben einige der Ärzte noch nie zuvor gearbeitet und interpretierten dort falsche Dinge hinein. Zum anderen war es bei der Befragung so, dass die beiden Darstellungsweisen hintereinander gezeigt wurden und der Fragebogen derartig umfassend war, dass sich die Ärzte nicht alle Informationen aus den 2D Bildern merken konnten. Somit war das Studiendesign, dass man untersucht, welche zusätzlichen Informationen durch das 3D CT gewonnen werden können, leicht verändert. Bei einigen Fragestellungen wurde eher untersucht, welche der beiden Darstellungsweisen für sich alleine genommen die genaueren Informationen liefert, was dann oftmals die 2D Bilder taten. Um diesen Fehler zu umgehen, hätte man die 2D und 3D Bilder gleichzeitig zeigen müssen. Dann wäre es weniger oft vorgekommen, dass sich die Ärzte bei dem Fragebogen zu den 3D Bildern im Vergleich zu den 2D Bildern zum Falschen korrigierten.

Das dreidimensionale CT half vor allem jungen Ärzten mit 1-2 und 3-5 Dienstjahren, Fragestellungen, die sie in dem 2D CT nicht beantworten konnten, unter Betrachten der 3D Bilder zu beurteilen. Diese Tatsache scheint plausibel, denn die jungen Ärzte können sich die anatomischen und pathologischen Gegebenheiten gut vor Augen führen, wenn sie ein relativ naturgetreues dreidimensionales Abbild des Fußes haben. Dies jedoch anhand von Schichtbildern zu tun, bei denen ebenso eine gewisse Einarbeitungszeit nötig ist, erfordert Erfahrung. Zu der Darstellung der Calcanei lässt sich sagen, dass sich Fragestellungen, die ein gewisses Augenmaß des Evaluators erfordern, wie die Fragen nach der Höhen-, Längen- und Achsenänderung, oft besser mit dem 3D Film eingeschätzt werden konnten, vor allem von den jungen Ärzten. Ein möglicher Grund hierfür liegt darin, dass durch das bewegliche, plastische Bild des Fußes, das sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung rotiert, sich diese Werte auch ohne Lineal (das den Ärzten bei der Evaluation auch nicht zur Verfügung stand) besser einschätzen lassen.

Weiterhin ist anzumerken, dass die coronaren Bilder des Sprunggelenks bei den 2D Bildern einen guten Einblick in die posteriore Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks geben, was bei 3D unmöglich ist. Die Fraktur kann somit eigentlich ausschließlich anhand der 2D Schichtbilder nach der Sanders Klassifikation eingeteilt werden. Dass die Antworten von Frage 12 des Fragebogens bei dem 3D Film trotzdem nicht relevant von denen bei den 2D Bildern abwichen, lag daran, dass die Ärzte zuerst die 2D Bilder bewerten sollten und sich die Klassifikationseinteilung für den entsprechenden Calcaneus dann für den Fragebogen der 3D Bilder merken konnten. Grundsätzlich ist bei der dreidimensionalen Darstellung aber definitionsgemäß die Einteilung nach der Sanders Klassifikation nicht möglich.

Auf die Operationsplanung wirkten sich die Unterschiede, die zwischen den 2D und 3D Bildern zur Pathologie der Fraktur erkannt wurden, nicht aus, da in beiden Darstellungsweisen die Fraktur ausreichend gut beurteilt werden konnte. Auch ohne gewisse Details erkannt zu haben, änderten die Evaluatoren ihre Meinung bezüglich der Operationsplanung selten.

Insgesamt bleibt bei den Ergebnissen anzumerken, dass sowohl bei dem 2D CT, welches die Standardmethode zur Diagnostik von Calcaneusfrakturen in

den Kliniken ist, als auch bei den 3D Bildern ein erstaunlich niedriger Prozentsatz an Fragen richtig beantwortet wurde. Im Bereich Pathologie der Fraktur erzielten die Ärzte bei den Schichtbildern nur in 61,4% der Fragen richtige Antworten, bei den Fragen zur Gelenkbeteiligung nur in 53,1%. Diese beiden Fragenkomplexe enthielten alle für die Bewertung einer Calcaneusfraktur wichtigen Informationen. So ist es auch verwunderlich, dass erfahrene Ärzte mit >20 Dienstjahren hier bei den 2D Bildern nur 61,6% der Fragen zur Pathologie und 67,1% zur Gelenkbeteiligung richtig angaben.

Allein aus diesen Ergebnissen ist zu folgern, dass alle Möglichkeiten zur Verbesserung dieser Ergebnisse ausgeschöpft werden müssen, zu denen auch das 3D CT gehört.

Die 3D Rekonstruktionen wurden in unserer Studie von einem Radiologen angefertigt. Da die Technik des Anfertigens bei „Volume Rendering“ allerdings gut zu erlernen ist und relativ automatisiert abläuft, kann die Forderung gestellt werden, dass die 3D Rekonstruktionen von den Unfallchirurgen selbst gemacht werden können. Diese können auch am besten entscheiden, ob sie bei der vorliegenden Fraktur ein 3D CT zur besseren Beurteilung benötigen oder nicht und sind somit diesbezüglich unabhängig von den radiologischen Abteilungen. Dies würde auch die Praktikabilität im Klinikalltag erhöhen.

In einer Vielzahl von Studien wurde bereits über den Nutzen des 3D CTs berichtet, jedoch wurde bisher nur in Teilbereichen der Diagnostik der Nutzen des 3D CTs mit aussagekräftigen Zahlenwerten belegt, die nicht nur subjektiver Art waren. Viele Studien gaben die vage Auskunft, dass das 3D CT sicher Vorteile bringe, belegten diese Aussage aber nie mit messbaren Parametern. Einige andere Studien verglichen, so wie wir, anhand von Beispielknochen, das 2D und 3D CT miteinander, wobei der Wert auf eine große Zahl an Calcanei gelegt wurde, dafür die Evaluation nur ein oder 2 Ärzte vornahmen. Eine Befragung einer zu unserer Studie vergleichbaren Anzahl an Ärzten liegt bisher in der Literatur noch nicht vor.

Böhmer et al. beschrieb das 3D CT als hilfreich bei der Analyse der Fraktur und der präoperativen Planung, da die topographische Konstellation der Fragmente klar gezeigt werde, diese gut voneinander abzugrenzen wären und die Fraktur

von unüblichen Richtungen aus betrachtet werden könne. Er postulierte, dass das 3D CT vor allem Chirurgen viele zusätzliche Informationen für deren Operationsplanung bringe, woraus wiederum eine bessere Behandlung der Patienten und ein besseres Outcome resultiere. Den Beweis blieb er aber schuldig {Böhmer G, 1992}. Mit dem übereinstimmend war Choplin et al., der 2 seiner Studien mit den Worten beschloss, dass die dreidimensionalen Bilder hilfreich bei Fußdeformitäten aller Art seien und ein gesamtheitliches Bild gäben, welches das Verstehen von Lagebeziehungen verbessern würde {Choplin R H, Rydberg J, 2004; Choplin R H, Farber J M, 2004}. Zu dem gleichen Ergebnis kamen Pretorius et al. und Cotten et al., die aus diesen Gründen raten, das 3D CT bevorzugt für komplexe Frakturtypen einzusetzen {Pretorius E S, 1999; Cotten A, 2002}.

Allon und Mears verglichen an 30 frakturierten Calcanei die Röntgenaufnahmen mit 2D und 3D CTs und kamen zu dem Ergebnis, dass das 3D CT die Operationsvorbereitung und Wahl eines adäquaten Zugangs und Planung einer guten Rekonstruktion erleichtere {Allon S M, 1991}. Uhrmeister et al. rekonstruierte für 32 Frakturen verschiedener Lokalisation jeweils ein 2D und ein 3D CT und fand heraus, dass das 3D CT komplizierte anatomische Bedingungen besser darstelle als das 2D CT. Dies sei insbesondere bei dislozierten Fragmenten bei Gesichtsfrakturen und Frakturen des Körperstamms der Fall {Uhrmeister P, 1991}. Pate et al. evaluierten 202 Patienten mit muskuloskeletalen Problemen mit dem 3D CT und fanden heraus, dass das 3D CT vor allem bei Patienten mit Frakturen in Skelettanteilen mit komplexer Anatomie von Nutzen sei {Pate D, 1986}. Viel untersucht wurde das 3D CT auch für den Kopfbereich. Schubert et al. {Schubert O, 1996} untersuchten das 3D CT bei Frakturen im temporalen Knochen, Hashimoto et al. {Hashimoto K, 2000} bei Brüchen der maxillofacialen Region und Ali et al. {Ali Q M, 1994} bei Schädelbasisfrakturen. Alle kamen zu dem Ergebnis, dass das 3D CT in diesen anatomisch komplizierten Regionen von Vorteil sei.

Pach et al. gab in seiner Studie seine Erfahrungen mit 3D CT in dem Zeitraum von 1990-1998 an. In dieser Zeit rekonstruierte er 59 muskuloskeletale Verletzungen. Der Meinung des Autors nach verbessere das 3D CT die Qualität der Diagnose in vielen Fällen und es helfe vor allem den Chirurgen bei der präoperativen Planung {Pach M, 1999}.

Freud et al. untersuchte den Nutzen des 3D CTs in mehreren Studien: 1996 ließ er 25 intraartikuläre Calcaneusfrakturen mit 2D und 3D CT rekonstruieren und zusätzlich die 3D Bilder exartikulieren. Das heißt, die an den Calcaneus angrenzenden Knochen wurden auf dem Bild entfernt, so dass die Gelenkflächen des Calcaneus und somit die dortigen Bruchlinien frei einsehbar sind. Er untersuchte dann, inwieweit die Fraktur von artikulierenden Flächen, die Anzahl der Fragmente und die traumatischen Veränderungen am Hinterfuß bei den einzelnen Darstellungsweisen zu beurteilen seien. Er kam dabei zu dem Ergebnis, dass Ersteres am besten in den axialen Schichtbildern und den 3D Bildern nach Exartikulation zu sehen sei. Die Anzahl der Fragmente sei am besten mit axialen und sagitalen Schichtbildern, gefolgt von 3D CT nach Exartikulation zu erkennen und die Veränderungen am Hinterfuß seien in allen Formen der Visualisierung gut zu diagnostizieren. Insgesamt bemerkte er, dass das 3D CT ohne Exartikulation nutzlos sei {Freud M, Hohendorff B, 1996}. 1997 führte er eine sehr ähnliche Studie durch, diesmal mit dem Talus, und kam auch hier wieder zu dem Ergebnis, dass das 3D CT ohne Exartikulation keinen Nutzen bringe, dass nach jener aber ein detailliertes Bild der Fraktur entstehe, das vor allem für die präoperative Planung sehr hilfreich sei {Freud M, Harder B, 1997}. Auch 1999, wo er die Studie von 1996 mit größerer Fallzahl noch einmal wiederholte, kam er wiederum zu dem Ergebnis, dass das 3D CT nach Exartikulation ein klares Verständnis für die Lage der Fragmente und deren Dislokation geben kann, was ohne Exartikulation nicht möglich sei und dieses somit auch ungeeignet zur präoperativen Planung sei. Er bemerkte auch, dass das 3D CT nicht als alleinige Bildgebung zur Diagnosefindung und Operationsplanung dienen kann {Freud M, Thomson M, 1999}. In unserer Studie verzichteten wir auf ein Exartikulation, da sie technisch relativ aufwändig ist und wir nah an der klinischen Diagnostik bleiben wollten, bei der derzeit eine Exartikulation nicht durchgeführt wird. Ein Vorteil wäre gewesen, dass die Gelenkflächenbeteiligung wesentlich besser beurteilbar gewesen wäre und dieser Fragenkomplex in unserem Fragebogen sicherlich bessere Ergebnisse erzielt hätte.

Vannier et al. führte eine vergleichende Studie zur Objektivierung von diagnostischer Sensitivität und Spezifität von Röntgenbildern, 2D CT und 3D CT durch. Dafür führte er eine Bildgebung frakturierter Calcanei und Becken von 28

Patienten mit diesen 3 Methoden durch und ließ diese von 4 Radiologen evaluieren. Die Radiologen betrachteten diese verschiedenen Bilder verblindet und stellten Ranglisten in Bezug auf deren Nützlichkeit auf. Als Ergebnis zeigte sich, dass alle 3 Arten von Bildern nützliche Informationen liefern würden, das 2D CT und die Röntgenbilder jedoch für schwierigere Fragestellungen am geeignetsten wären und der diagnostische Nutzen des 3D CT oftmals gleich dem der konventionellen Methoden wäre {Vannier M W, 1991}. Zu dem gleichen Ergebnis kamen Tanyü et al.. Er verglich in einem ähnlichen Studienaufbau wie dem unseren das 2D CT und das 3D CT von 23 frakturierten Calcanei mit verschiedenen Frakturformen. Hierbei wurden 3 Radiologen befragt, die zu dem Ergebnis kamen, dass das 3D CT keinen Einfluss auf die diagnostische Sicherheit habe und das 3D CT mit Artefakten beladen sei und zu stark von der Wahl der Rendering Variablen abhängig sei. Er gab aber auch an, dass die dreidimensionale Darstellung von Chirurgen sehr geschätzt würde {Tanyü M O, 1994}. Magid et al. stellte 13 Fußknöchel mit den 3 Bildgebungsarten - Röntgenbild, 2D CT und 3D CT - dar und beurteilte diese Bilder anhand verschiedener Kriterien. Er kam zu dem Ergebnis, dass das 2D CT sowohl den konventionellen Röntgenbildern als auch dem 3D CT im Aufzeigen von anatomischen Details und Informationen überlegen sei. Auch er gab an, dass Chirurgen das 3D CT für ihre präoperativen Planungen jedoch bevorzugten {Magid D, 1990}.

Prasartritha et al. untersuchte die diagnostische Qualität des 3D CTs anhand des Calcaneus. Er rekonstruierte 51 frakturierte Calcanei mit 3D CT und betrachtete die Gelenkflächen. Er fand heraus, dass im 3D CT folgende Fakten am besten zu sehen seien: die Anzahl und die Konfiguration von dislozierten Fragmenten der posterioren Facette, Frakturlinien des anterioren Processus und der mittleren Facette und die Ausdehnung von Frakturlinien in das Calcaneo-Cuboid-Gelenk {Prasartritha T, 2004}.

Keine dieser Studien untersuchte den Nutzen des 3D CTs bei Ärzten unterschiedlichen Ausbildungsstandes. Dies entspricht aber eher dem Klinikalltag.

In unfallchirurgischen Stationen arbeiten nicht nur erfahrene Fuß-Spezialisten, die binnen kurzer Zeit einen gesamtheitlichen Überblick über alle Gegebenheiten einer Calcaneusfraktur erlangen. Dort arbeiten, in der

überwiegenden Zahl, junge Ärzte oder Ärzte mit anderen Spezialgebieten als dem Fuß und auch diese Ärzte müssen im Stande sein, einen Patienten mit einer Calcaneusfraktur beurteilen zu können. Dieses Faktum wurde bei den vorangehenden Studien nicht beachtet, bei denen als Evaluator stets ein erfahrener Radiologe oder Chirurg eingesetzt wurde. Somit können die Ergebnisse unserer Studie nicht in direkten Vergleich mit einer dieser Studien gestellt werden, da dort von anderen Gesichtspunkten ausgehend die Nützlichkeit des 3D CTs bewertet wurde.

Wir erzielten bei unserer Studie eine Intraobserver Reliabilität von 81,8%. Lauder et al. untersuchten die Intraobserver Reliabilität der Sanders Klassifikation und erreichten Cohens kappa $\kappa = 0,77$ {Lauder AJ, 2006}. Dagegen erreichte Bhattacharya et al. bei der Untersuchung der Intraobserver Reliabilität der Sanders Klassifikation $\kappa = 0,42$ {Bhattacharya R, 2005}. Martin et al. berücksichtigte bei der Untersuchung der Intraobserver Reliabilität der AO-Klassifikation von distalen Tibiafrakturen auch den Erfahrungsschatz der Evaluatoren mit. Er fand heraus, dass erfahrenere Ärzte zwar ein höheres Level an Interobserver Reliabilität erzielen konnten, aber eine ähnliche Intraobserver Reliabilität wie die unerfahreneren Kollegen zeigten {Martin JS, 1997}.

7. Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit kann man folgern, dass bei komplexen Frakturmustern wie Sanders Typ III und IV Frakturen das 3D CT Zusatzinformationen liefert und als vorteilhaft und nützlich bezeichnet werden kann, wohingegen das 3D CT bei Sanders Typ I oder II Frakturen wenig Vorteile bringt. Insbesondere die Beurteilung der Integrität der medialen Facette des Talo-Calcaneal-Gelenks und der Integrität der medialen Oberfläche des Knochens sowie das Erkennen von Frakturlinien des Calcaneo-Cuboid-Gelenks wurde besser mit den 3D Bilder gemacht.

Für junge Ärzte sind die 3D Bilder für die Diagnostik immer ein Gewinn. Zum einen, um die in den 2D Bilder herausgearbeiteten Erkenntnisse zu erhärten

und zu bestätigen. Zum anderen zeigte sich in unserer Studie deutlich, dass unerfahrene Ärzte viele Fragestellungen bei den 2D Bildern nicht beantworten konnten, was sie mit den 3D Bildern dagegen konnten. Weiterhin belegen die Antworten, die die Ärzte auf die Frage nach dem subjektiven Nutzen des 3D CTs gaben, dass es durchaus sinnvoll ist, die Fraktur auch im 3D CT zu betrachten. Als weiterer Aspekt der Anwendung des 3D CTs ist der didaktische Effekt zu sehen. Die Einarbeitung der jungen Ärzte in die Schichtbilder des 2D CT und somit in die präoperative Planung wird schneller vonstatten gehen, wenn sie parallel zu den einzelnen Schichten auch noch die ihnen aus der Anatomie und der Pathologie bekannten Ansichten der Knochen und der Frakturoberfläche vorgelegt bekommen, wie sie annähernd mit „Volume Rendering“ hergestellt werden können. So kann auch aus Sicht der Lehre und Weiterbildung das 3D CT nur befürwortet werden.

In Anbetracht der Tatsache, dass das Generieren der 3D Bilder mit „Volume Rendering“ keinen großen zeitlichen oder finanziellen Mehraufwand darstellt, ist es daher berechtigt vorzuschlagen, dass Unfallchirurgen bei komplizierten Frakturtypen der Sanders Typen III oder IV ein 3D CT von der radiologischen Abteilung mit anfordern sollten oder erlernen sollten, dies selbst mittels „Volume Rendering“ zu generieren. Gerade jüngere Ärzte sollten nicht zögern, sich die zusätzlichen Informationen, die sie aus den 3D Bildern ziehen können, entgehen zu lassen und so eine professionellere Beurteilung der Gegebenheiten zu erzielen.

Betrachtet man die Antworten der Evaluatoren bei den 2D Bildern, die durchschnittlich nur zu 61,4% richtig waren, so ist festzustellen, dass die umfassende Evaluation von Calcaneusfrakturen selbst in großen versorgenden Kliniken und Universitätskliniken noch mangelhaft ist. Obwohl das 2D CT den derzeitigen Goldstandard zur Beurteilung von Calcaneusfrakturen darstellt, konnten selbst erfahrene Ärzte mit über 11 Dienstjahren nicht mehr als 64,5% der Fragen richtig beantworten. Daher stellt sich die Forderung, zur Verbesserung dieser Ergebnisse ein 3D CT mit anzufertigen und heranzuziehen.

Das 3D CT kann das 2D CT nicht ersetzen. Es soll ergänzen und so die Versorgung der unfallchirurgischen Patienten und dadurch deren postoperatives Outcome optimieren. Aegroti salus suprema lex.

8. Zusammenfassung

Die Computertomographie gehört mittlerweile zum diagnostischen Standard bei Calcaneusfrakturen. Diskussionen bestehen darüber, ob die dreidimensionale Rekonstruktion („volume rendering“) im Rahmen der Diagnostik und Operationsplanung hilfreich ist. Die bisherige Literatur lässt diesbezüglich keinen sicheren Schluss zu. Mit dieser prospektiven Studie sollte daher die Frage geklärt werden, ob die klinische Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung mit einem 3D-CT verbessert werden kann, oder ob die Schichtbilder in 3 Ebenen alleine bereits alle benötigten Informationen exakt genug liefern.

Die CTs 5 frakturierter Calcanei wurden jeweils in 2D und 3D rekonstruiert. Diese Bilder wurden n= 60 Unfallchirurgen (mit unterschiedlichem Grad an Erfahrung) in 4 verschiedenen großen Kliniken gezeigt. Dabei wurden in einem standardisierten Vorgehen zunächst die 2D und nachfolgend die 3D Aufnahmen präsentiert. Alle Evaluatoren mussten einen Fragebogen zu Frakturpathologie, Gelenkbeteiligung und Operationsplanung ausfüllen. Die Lösungen der Fragebögen wurden mit dem intraoperativen Befunden verglichen.

Die Intra-Observerreliabilität lag bei 0,81. Bei unerfahrenen Ärzten zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Diagnostik wenn zusätzlich eine 3D-CT präsentiert wurde ($p < 0,01$). Bei komplexem Frakturmuster (Sanders III und IV) zeigten allen Ärzte bessere Ergebnisse mit 3D-CT ($p < 0,02$). Keine Unterschiede in der Beurteilung von 2D- und 3D-CT ergaben sich bei einfachen Frakturmustern (Sanders I und II).

Das 3D-CT ist im Klinikalltag v.a. für junge Ärzte hilfreich. Aber auch erfahrene Unfallchirurgie profitieren bei komplexen Frakturmustern davon. Bei einfachen Frakturmustern zeigt das 3D-CT keine Vorteile.

9. Literaturverzeichnis

- Daftary A, Haims A, Baumgaertner M R. Fractures of the calcaneus: a review with emphasis on CT. *Radiographics*, 2005. 25 (5): p. 1215-1226.
- Freund M, Thomson M, Hohendorf B, Zenker W, Heller M. Optimized preoperative planning of calcaneal fractures using spiral computed tomography. *European Radiology*, 1999. 9(5): p. 901-906.
- Lewandowski M, Blok A, Kalita R, Juszczak A. Computerized tomography in evaluation and treatment planning of calcaneal fractures. *Ortop Traumatol Rehabil.*, 2002. 4 (5): p. 535-543.
- Choplin R H, Farber J M, Buckwalter K A, Swan S. Three-dimensional volume rendering of the tendons of the ankle and foot. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2004. 8(2): p. 175-183.
- Eastwood D M, Greeg P, Aktins R M. Intra-articular fractures of the calcaneum; Part I: Pathological anatomy and classification. *J Bone Joint Surg (Br)*, 1993. 75: p. 183-188.
- Rupprecht M, Podaga P, Barvencik F, Münch C, Püschel K, Rueger J M, Amling M. Der Kalkaneus als Manifestationsort osteoporoseassoziierter Frakturen. *Der Unfallchirurg*, 2007. 110: p. 197-204.
- Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury, Int. J. Care Injured*, 2004. 35: p. 443-461.
- Rüter A, Trentz O, Wagner M. *Unfallchirurgie*. 1 ed. München, Wien, Baltimore: Urban&Schwarzenberg 1995. p. 898.
- Buddecke D, Michael S. How to evaluate and treat calcaneal fractures. *Podiatry Today*, 2005. 18(11): p. 75-82.
- Zwipp, H. Der intraartikuläre subthalamische Fersenbeinbruch. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 1995. 4: p. 237-249.
- Cotton F J, Henderson F F. Results of fractures of os calcis. *AM.J.Orthop.Surg.*, 1916. 14: p. 290.
- Kinner B J, Best R, Falk K, Thon K P. In There a Reliable Outcome Measurement for Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures? *J. Trauma*, 2002. 53: p.1094-1102.
- Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction, technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg*, 1952. 39(157): p. 395-419.
- Furey A, Stone C, Squire D, Harnett J. Os calcis fractures: Analysis of Interobserver Variability in Using Sanders Classification. *The Journal of foot and Ankle Surgery*, 2003. 42 (1): p. 21-23.
- Grala P, Machynska-Bucko Z, Kierzyńska G. Radiographic imaging of calcaneal fractures - the surgeons view point. *Polish Journal of Radiology*, 2007. 72(2): p. 88-91.
- Zwipp H, Baumgart F, Cronier P, Jorda E, Klaue K, Sands A K, Yung S W. Integral classification of injuries (ICI) to the bones, joints, and ligaments-application to injuries of the foot. *Injury, Int. J. Care Injured*, 2004. 35: p. 3-9.
- Kaufmann G, Moser E, Sauer R. *Radiologie*. 2 ed. München, Jena: Urban&Fischer 2001. p. 93-9.

Burkhardt M, Gänsslen A., Uder M, Pohlemann T. Neue Möglichkeiten der Visualisierung von Frakturen mittels CT: Rekonstruktionen, 3D-Planungen. Schwierige Gelenkverletzungen Modernes Management - Verbesserte Bildgebung und Operationsplanung bei Gelenkverletzungen. Zentralbl Chir, 2003. 128: p. 34-39.

Calhoun P, Kuszyk B., Heath D, Carley J, Fishman E. Three-dimensional Volume Rendering of Spiral CT Data: Theory and Method. Radiographics, 1999. 19: p. 745-764.

Heine C H. Dreidimensionale Darstellung der Hirnnerven V-VIII mittels virtueller Zisternoskopie. In: Dissertation: Charité -Universitätsmedizin Berlin, Fakultät für Humanmedizin, 2004.
<http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/heine-christian-nicolaus-2004-09-23/HTML/chapter1.html>

Macari M, Israel G. CT Image Acquisition: from single-slice to multislice. In: Caramella D, Bartolozzi C. 3D Image Processing -Techniques and Clinical Applications. 1 ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 2002. p. 11-19.

Blank M, Kalender W A. Medical volume exploration: gaining insights virtually. European Journal of Radiology, 2000. 33: p. 161-169.

Schreyer A G, Warfiel S K. Surface Rendering. In: Caramella D, Bartolozzi C. 3D Image Processing –Techniques and Clinical Applications. 1 ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 2002. p. 31-34.

Levoy M. Display of Surfaces from Volume Data. IEEE Computer Graphics & Appl., 1988. 8(5): p. 29-37.

Vettermann B. Implementierung algorithmische Optimierungen für Volume-Rendering in Hardware. In: Dissertation: Universität Mannheim, Fakultät für Mathematik und Informatik, 2006.
<http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=983027897>

Nigel W J. Volume Rendering. In: Caramella D, Bartolozzi C. 3D Image Processing – Techniques and Clinical Applications. 1 ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 2002. p. 31-34.

Kurka G. Scientific Visualization. Universität Linz. <http://www.gup.uni-linz.ac.at/skcg/slides/Vis2006-3.pdf>

Meß C. Interaktive Visualisierung. In: Seminararbeit zum Seminar Fast Volume Rendering, Wilhelms-Universität Münster, Fakultät für Mathematik und Informatik, Institut Informatik, p. 9.
cvpr.uni-muenster.de/teaching/ws06/seminarWS06/downloads/ChristianMess_Ausarbeitung.pdf

Bosma M, Smit J, van Scheltinga T. Super Resolution Volume Rendering Hardware. 10th Eurographics Workshop on Graphics Hardware. Maastricht, Niederlande. 1995. p.117-122.

Ney D R, Fishman E K, Magid D, Debrin R A. Volumetric rendering of computed tomography data: principles and techniques. IEEE Computer Graphics & Appl., 1990. 10: p. 24-32.

Debrin R A, Magid D, Robertson D D, Fischman E K. Fidelity of three-dimensional CT imaging for detecting fracture gaps. J Comput Assist Tomogr., 1989. 13: p. 487-489.

Salgado R, Mulken T, Bellinck P, Termote J L. Volume rendering in clinical practice, a pictorial review. JBR-BTR., 2003. 86(4): p. 215-220.

Choplin R H, Rydberg J, Farber J M. CT with 3D Rendering of the Tendons of the Foot and Ankle: Technique, Normal Anatomy and Disease. Radiographics, 2004. 24: p. S. 343-356.

Böhmer G, Roesgen M, Hierholzer G. Three-dimensional computerized tomography in trauma surgery. A case presentation. Aktuelle Traumatologie, 1992. 22(2): p. 47-56.

Pretorius E S, Fishman E K. Volume-rendered three-dimensional spiral CT: musculoskeletal applications. *Radiographics*, 1999. 19(5): p. 1143-1160.

Cotten A, Iochum S, Moise A B. Musculoskeletal System. In: Caramella D, Bartolozzi C. 3D Image Processing - Techniques and Clinical Applications, 1 ed. 2002, Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2002. p. 247-254.

Allon S M, Mears D C. Three dimensional analysis of calcaneal fractures. *Foot Ankle*, 1991. 11(5): p. 254-263.

Uhrmeister P, Langer M, Zwicker C, Astinet F, Felix R. Three-dimensional computerized tomography of fractures. *Aktuelle Traumatologie*, 1991. 21(4): p. 129-134.

Pate D, Resnick D, Andre M, Sartoris D J, Kursunoglu S, Bielecki D, Dev P, Vassiliadis A. Perspective: three- dimensional imaging of the musculoskeletal system. *AJR Am J Röntgenol.*, 1986. 147(3): p. 545-551.

Schubert O, Sartor K, Forsting M, Reisser C. Three-dimensional computed display of otosurgical operation sites by spiral CT. *Neuroradiology*, 1996. 38(7): p. 663-668.

Hashimoto K, Sawada K, Honda K, Araki M, Iwai K, Shinoda K. Diagnostic efficacy of three-dimensional images by helical CT for lesions in the maxillofacial region. *J Oral Sci.*, 2000. 42(4): p. 211-219.

Ali Q M, Dietrich B, Becker H. Platterns of skull base fracture: a three-dimensional computed tomographic study. *Neuroradiology*, 1994. 36(8): p. 622-624.

Pach M, Ditmar R, Herman M. Our experience with 3D CT. *Acta Univ Palacki Olomuc Fac Med*, 1999. 142: p. 97-102.

Freund M, Hohendorff B, Zenker W, Hutzelmann A, Heller M. The CT of calcaneal fractures: 3-D reconstruction with electronic disarticulation. *Röfo*, 1996. 164(3): p. 189-195.

Freund M, Harder B, Palmié S, Besch L, Hutzelmann A, Heller M. CT of the talus: the importance of 2- and 3-dimensional reconstructions. *Röfo*, 1997. 166(1): p. 24-29.

Vannier M W, Hildebolt C F, Gilula L A, Pilgram T K, Mann F, Monsees B S, Murphy W A, Totty W G, Offutt C J. Calcaneal and pelvic fractures: diagnostic evaluation by three-dimensional computed tomography scans. *Digit. Imaging*, 1991. 4(3): p. 143-152.

Tanyü M O, Vinée P, Wimmer B. Value of 3D CT imaging in fractured os calcis. *Comput. Med. Imaging Graph.*, 1994. 18(3): p. 137-143.

Magid D, Michelson J D, Ney D R, Fichman E K. Adult ankle fractures: comparison of plain films and interactive two- and three-dimensional CT scans. *AJR Am J Röntgenol.*, 1990. 154(5): p. 1017-1023.

Prasartritha T, Sethavanitch C. Three-dimensional and two-dimensional computerized tomographic demonstration of calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.*, 2004. 25(4): p. 262-273.

Lauder A J, Inda D., Bott A M, Clare M P, Fitzgibbons T C, Mormino M A. Interobserver and intraobserver reliability of two classification systems for intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.*, 2006. 27 (4): p. 251-255.

Bhattacharya R, Vassan U T, Finn P. Sanders classification of fractures of the os calcis. An analysis of inter- and intra-observer variability. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 2005. Vol 87-B(2): p. 205-208.

Martin J S, Marsh J, Bonar S K, DeCoster T A, Found E M, Brandser E A. Assessment of the AO/ASIF fracture classification for the distal tibia. *J Orthop Trauma.*, 1997. 11 (7): p. 477-483.

10. Anhang

Anhang Nummer 1: Fragebogen

Anhang Nummer 2: Ergebnisse einzelner Calcanei

Anhang Nummer 3: subjektive Ergebnisse, Calcaneus 1

Anhang Nummer 4: subjektive Ergebnisse, Calcaneus 2

Anhang Nummer 5: subjektive Ergebnisse, Calcaneus 3

Anhang Nummer 6: subjektive Ergebnisse, Calcaneus 4

Anhang Nummer 7: subjektive Ergebnisse, Calcaneus 5

Anhang Nummer 8: Ergebnisse aller Calcanei

Anhang Nummer 9: Ergebnisse nach Themenkomplexen

Anhang Nummer 10: Gesamtergebnisse einzelner Calcanei

Anhang 1

„Wird die klinische Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung mittels 3-D-CT verbessert?“ Um diese Fragestellung in unserer Studie beantworten zu können, bitte ich Sie herzlich um Ihre Mithilfe! Die Befragung erfolgt anonym, zur besseren Auswertung geben Sie jedoch bitte folgenden Code an:

(1. Buchstabe des Vornamens der Mutter; 1. Buchstabe des Vornamens des Vaters; Ihr Geburtsjahr)

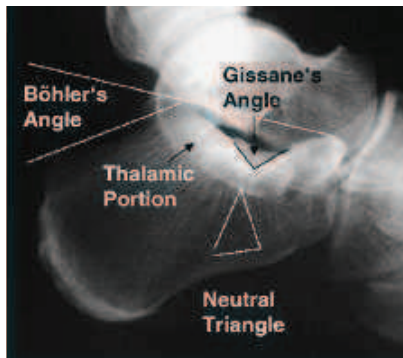
Status: ☐ Assistenzarzt ☐ Facharztanwärter ☐ Oberarzt ☐ Chefarzt
Dienstzeit: ☐ 1-2 Jahre ☐ 3-5 Jahre ☐ 6-10 Jahre ☐ 11-20 Jahre ☐ >20 Jahre
Wie viele Calcanei operieren Sie in etwa pro Jahr?
☐ keine oder 1 ☐ < 5 ☐ 5-10 ☐ > 10

Calcaneusfraktur-Beurteilung

1. Wie viele Hauptfragmente sind zu erkennen?
☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ mehr als 4
2. Wie viele Fragmente sind insgesamt zu erkennen?
☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ Trümmer
3. Ist die Oberfläche des Calcaneus intakt?
 - 3.1. laterale Fläche (mit Ausbauchung?)
☐ intakt ☐ frakturiert ☐ frakturiert und disloziert
 - 3.2. mediale Fläche
☐ intakt ☐ frakturiert ☐ frakturiert und disloziert
4. Ist das Sustentaculum intakt?
☐ ja ☐ nein
5. Ist die Höhe des Calcaneus verändert?
☐ nein ☐ leicht ☐ stark
6. Ist die Länge des Calcaneus verändert?
☐ nein ☐ leicht ☐ stark
7. Ist die Achse des Calcaneus verändert?
☐ nein ☐ leicht ☐ stark
8. Ist der Böhler Winkel verändert (normal: 20°-40°) ?
☐ normal ☐ > 20° ☐ 0° ☐ < 0°

9. Ist der Gissane Winkel verändert (normal: 120°-145°) ?

- ☐ normal ☐ aufgehoben



10. Sind die Gelenke an der Fraktur beteiligt?

10.1. Calcaneo-Cuboid-Gelenk (Chopart)

10.1.1. Sind Frakturlinien vorhanden?

- ☐ keine Frakturlinien ☐ 1 Frakturlinie ☐ 2 Frakturlinien
☐ > 2 Frakturlinien

10.1.2. Ist das Gelenk disloziert? Wenn ja, wie viel?

- ☐ nicht disloziert ☐ < 2 mm ☐ 2 mm oder > 2 mm

10.2. Talo-Calcanal-Gelenk

10.2.1. posteriore Facette

10.2.1.1. Sind Frakturlinien vorhanden?

- ☐ keine Frakturlinien ☐ 1 Frakturlinie ☐ 2 Frakturlinien
☐ > 2 Frakturlinien

10.2.1.2. Ist das Gelenk disloziert? Wenn ja, wie viel?

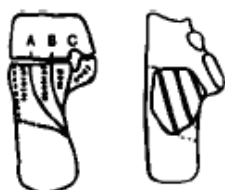
- ☐ nicht disloziert ☐ < 2 mm ☐ 2 mm oder > 2 mm

10.2.2. Ist die mediale Facette frakturiert?

- ☐ intakt ☐ frakturiert ☐ frakturiert und disloziert

11. Welcher Typ liegt nach der Sanders Klassifikation vor?

- ☐ Typ I ☐ Typ II ☐ Typ III ☐ Typ IV



12. Liegen Begleitverletzungen vor?

- ☐ am Talus ☐ am Cuboid ☐ am Außenknöchel ☐ keine

13. Wie würden sie die Bildqualität insgesamt beurteilen?

13.1. CT in 3 Ebenen:

- ☐ ungenügend ☐ ausreichend bis gut ☐ sehr gut

13.2. 3-D-CT

- ☐ ungenügend ☐ ausreichend bis gut ☐ sehr gut

Operations-Techniken

14. Welchen Zugang würden Sie wählen? Oder : ☐ konservative
Behandlung

- ☐ extended lateral
- ☐ extended lateral + sustentacular
- ☐ medial (Mc Raynolds)
- ☐ bilateral
(McRaynolds + mod. Palmer)
- ☐ sustentacular
- ☐ posterolateral
- ☐ minimal invasiv
- ☐ anteromedial
- ☐ anterolateral

Bitte einzeichnen!



Einzusetzende Implantate

15. Welche Implantate würden Sie bei der Operation einsetzen?

15.1. Schrauben

- ☐ Kleinfragment ☐ Großfragment ☐ keine

15.2. Sander´s Platte

- ☐ ja ☐ nein

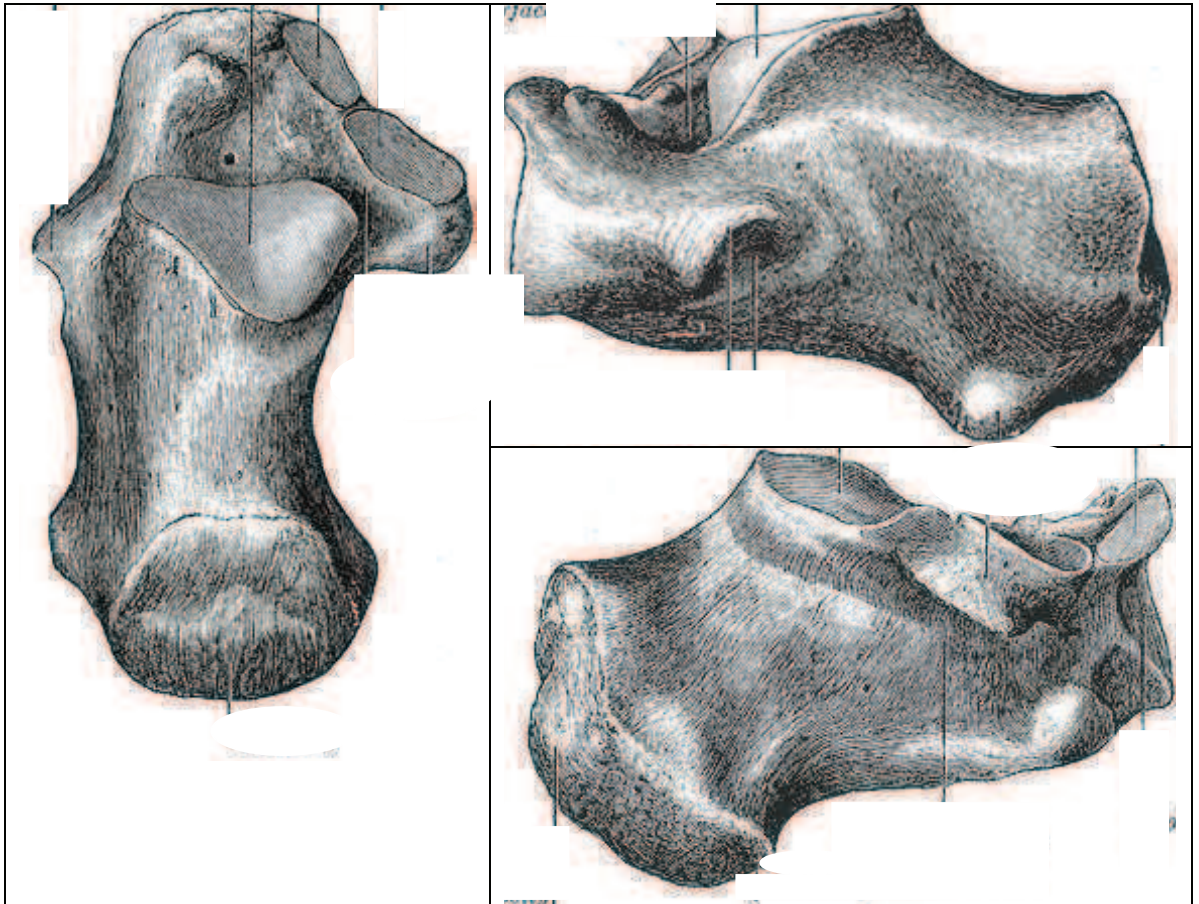
15.3. Calcaneal interlocking plate

- ☐ ja ☐ nein

15.4. Andere Platte

- ☐ ja ☐ nein

Bitte geplante Implantatlage einzeichnen!



16. Wie viele zusätzliche Informationen hat Ihnen das dreidimensionale CT gegeben?

- ☐ sehr viele ☐ viele ☐ wenige ☐ überhaupt keine

Weitere Bemerkungen:

Anhang 2

Calcaneus 1

Fragennummer	1.		2.		3.1.		3.2.		4.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	3	4	13	11	9	9	6	7	9	10
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	21,43%	28,57%	92,86%	78,57%	64,29%	64,29%	42,86%	50,00%	64,29%	71,43%
Differenz:	7,14%		-14,29%		0,00%		7,14%		7,14%	
nicht beantwortet:	0	0	1	1	0	0	1	0	4	3
möglich richtige Antworten:	14	14	13	13	14	14	13	14	10	11
Angabe in %:	21,43%	28,57%	100,00%	84,62%	64,29%	64,29%	46,15%	50,00%	90,00%	90,91%
Differenz:	7,14%		-15,38%		0,00%		3,85%		0,91%	
3-5 Jahre	1	1	5	4	2	3	1	2	3	5
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	20,00%	20,00%	100,00%	80,00%	40,00%	60,00%	20,00%	40,00%	60,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-20,00%		20,00%		20,00%		40,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5
Angabe in %:	20,00%	20,00%	100,00%	80,00%	40,00%	60,00%	20,00%	40,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-20,00%		20,00%		20,00%		0,00%	
6-10 Jahre	2	2	6	6	5	5	4	6	5	4
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	33,33%	33,33%	100,00%	100,00%	83,33%	83,33%	66,67%	100,00%	83,33%	66,67%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		33,33%		-16,67%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	5	6	5	6	5	5
Angabe in %:	33,33%	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	80,00%	100,00%	100,00%	80,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-16,67%		20,00%		-20,00%	
11-20 Jahre	4	4	4	4	2	2	2	2	3	3
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	75,00%	75,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	75,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		25,00%	
>20 Jahre	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	33,33%	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	33,33%	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	11	12	31	28	21	22	16	20	23	25
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	34,38%	37,50%	96,88%	87,50%	65,63%	68,75%	50,00%	62,50%	71,88%	78,13%
Differenz:	3,13%		-9,38%		3,13%		12,50%		6,25%	
nicht beantwortet:	0	0	1	1	1	0	2	0	7	5
möglich richtige Antworten:	32	32	31	31	31	32	30	32	25	27
Angabe in %:	34,38%	37,50%	100,00%	90,32%	67,74%	68,75%	53,33%	62,50%	92,00%	92,59%
Differenz:	3,13%		-9,68%		1,01%		9,17%		0,59%	

Calcaneus 1

Fragennummer	5.		6.		7.		8.		9.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	6	10	4	8	7	8	2	3	6	8
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	42,86%	71,43%	28,57%	57,14%	50,00%	57,14%	14,29%	21,43%	42,86%	57,14%
Differenz:	28,57%		28,57%		7,14%		7,14%		14,29%	
nicht beantwortet:	0	0	2	0	2	0	3	3	4	4
möglich richtige Antworten:	14	14	12	14	12	14	11	11	10	10
Angabe in %:	42,86%	71,43%	33,33%	57,14%	58,33%	57,14%	18,18%	27,27%	60,00%	80,00%
Differenz:	28,57%		23,81%		-1,19%		9,09%		20,00%	
3-5 Jahre	3	2	2	0	2	1	1	2	2	3
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	60,00%	40,00%	40,00%	0,00%	40,00%	20,00%	20,00%	40,00%	40,00%	60,00%
Differenz:	-20,00%		-40,00%		-20,00%		20,00%		20,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	4	4	2	3
Angabe in %:	60,00%	40,00%	40,00%	0,00%	40,00%	20,00%	25,00%	50,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	-20,00%		-40,00%		-20,00%		25,00%		0,00%	
6-10 Jahre	4	4	4	1	2	2	3	3	6	6
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	66,67%	66,67%	66,67%	16,67%	33,33%	33,33%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-50,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	66,67%	66,67%	66,67%	16,67%	33,33%	33,33%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-50,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
11-20 Jahre	2	4	2	2	1	2	2	2	3	4
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	50,00%	100,00%	50,00%	50,00%	25,00%	50,00%	50,00%	50,00%	75,00%	100,00%
Differenz:	50,00%		0,00%		25,00%		0,00%		25,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
Angabe in %:	50,00%	100,00%	50,00%	50,00%	33,33%	50,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	50,00%		0,00%		16,67%		0,00%		0,00%	
>20 Jahre	2	2	2	2	0	0	2	2	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	0,00%	0,00%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	0,00%	0,00%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	17	22	14	13	12	13	10	12	20	24
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	53,13%	68,75%	43,75%	40,63%	37,50%	40,63%	31,25%	37,50%	62,50%	75,00%
Differenz:	15,63%		-3,13%		3,13%		6,25%		12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	2	0	3	0	4	4	8	6
möglich richtige Antworten:	32	32	30	32	29	32	28	28	24	26
Angabe in %:	53,13%	68,75%	46,67%	40,63%	41,38%	40,63%	35,71%	42,86%	83,33%	92,31%
Differenz:	15,63%		-6,04%		-0,75%		7,14%		8,97%	

Calcaneus 1

Fragennummer	10.1.1.		10.1.2.		10.2.1.1.		10.2.1.2.		10.2.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	5	9	9	4	4	2	9	6	5	1
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	35,71%	64,29%	64,29%	28,57%	28,57%	14,29%	64,29%	42,86%	35,71%	7,14%
Differenz:	28,57%		-35,71%		-14,29%		-21,43%		-28,57%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	0	1	2	1	1	2
möglich richtige Antworten:	13	14	13	14	14	13	12	13	13	12
Angabe in %:	38,46%	64,29%	69,23%	28,57%	28,57%	15,38%	75,00%	46,15%	38,46%	8,33%
Differenz:	25,82%		-40,66%		-13,19%		-28,85%		-30,13%	
3-5 Jahre	3	4	1	1	0	1	4	3	0	2
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	60,00%	80,00%	20,00%	20,00%	0,00%	20,00%	80,00%	60,00%	0,00%	40,00%
Differenz:	20,00%		0,00%		20,00%		-20,00%		40,00%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5
Angabe in %:	75,00%	80,00%	25,00%	20,00%	0,00%	20,00%	80,00%	60,00%	0,00%	40,00%
Differenz:	5,00%		-5,00%		20,00%		-20,00%		40,00%	
6-10 Jahre	4	5	2	1	3	2	5	4	4	5
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	66,67%	83,33%	33,33%	16,67%	50,00%	33,33%	83,33%	66,67%	66,67%	83,33%
Differenz:	16,67%		-16,67%		-16,67%		-16,67%		16,67%	
nicht beantwortet:	0	1	0	1	0	1	0	2	1	1
möglich richtige Antworten:	6	5	6	5	6	5	6	4	5	5
Angabe in %:	66,67%	100,00%	33,33%	20,00%	50,00%	40,00%	83,33%	100,00%	80,00%	100,00%
Differenz:	33,33%		-13,33%		-10,00%		16,67%		20,00%	
11-20 Jahre	2	2	2	4	2	2	3	3	2	3
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	50,00%	50,00%	50,00%	100,00%	50,00%	50,00%	75,00%	75,00%	50,00%	75,00%
Differenz:	0,00%		50,00%		0,00%		0,00%		25,00%	
nicht beantwortet:	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
möglich richtige Antworten:	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4
Angabe in %:	50,00%	50,00%	66,67%	100,00%	50,00%	50,00%	75,00%	75,00%	66,67%	75,00%
Differenz:	0,00%		33,33%		0,00%		0,00%		8,33%	
>20 Jahre	2	2	2	3	1	0	3	3	2	1
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	66,67%	66,67%	66,67%	100,00%	33,33%	0,00%	100,00%	100,00%	66,67%	33,33%
Differenz:	0,00%		33,33%		-33,33%		0,00%		-33,33%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2
Angabe in %:	66,67%	66,67%	66,67%	100,00%	33,33%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		33,33%		-33,33%		0,00%		-50,00%	
Gesamt:	16	22	16	13	10	7	24	19	13	12
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	50,00%	68,75%	50,00%	40,63%	31,25%	21,88%	75,00%	59,38%	40,63%	37,50%
Differenz:	18,75%		-9,38%		-9,38%		-15,63%		-3,13%	
nicht beantwortet:	2	1	3	1	1	3	2	3	4	4
möglich richtige Antworten:	30	31	29	31	31	29	30	29	28	28
Angabe in %:	53,33%	70,97%	55,17%	41,94%	32,26%	24,14%	80,00%	65,52%	46,43%	42,86%
Differenz:	17,63%		-13,24%		-8,12%		-14,48%		-3,57%	

Calcaneus 1

Fragennummer	11.		12.		14.		15.1.		15.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	7	6	7	8	3	3	9	10	13	13
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	50,00%	42,86%	50,00%	57,14%	21,43%	21,43%	64,29%	71,43%	92,86%	92,86%
Differenz:	-7,14%		7,14%		0,00%		7,14%		0,00%	
nicht beantwortet:	7	7	1	0	9	9	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	7	7	13	14	5	5	14	14	14	14
Angabe in %:	100,00%	85,71%	53,85%	57,14%	60,00%	60,00%	64,29%	71,43%	92,86%	92,86%
Differenz:	-14,29%		3,30%		0,00%		7,14%		0,00%	
3-5 Jahre	1	1	2	4	2	2	3	4	4	3
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	20,00%	20,00%	40,00%	80,00%	40,00%	40,00%	60,00%	80,00%	80,00%	60,00%
Differenz:	0,00%		40,00%		0,00%		20,00%		-20,00%	
nicht beantwortet:	3	3	0	0	2	2	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	5	5	3	3	5	5	5	5
Angabe in %:	50,00%	50,00%	40,00%	80,00%	66,67%	66,67%	60,00%	80,00%	80,00%	60,00%
Differenz:	0,00%		40,00%		0,00%		20,00%		-20,00%	
6-10 Jahre	2	2	5	5	3	3	4	5	4	4
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	33,33%	33,33%	83,33%	83,33%	50,00%	50,00%	66,67%	83,33%	66,67%	66,67%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		16,67%		0,00%	
nicht beantwortet:	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	6	6	5	5	6	6	6	6
Angabe in %:	40,00%	40,00%	83,33%	83,33%	60,00%	60,00%	66,67%	83,33%	66,67%	66,67%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		16,67%		0,00%	
11-20 Jahre	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
>20 Jahre	3	2	1	1	2	2	1	1	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	66,67%	33,33%	33,33%	66,67%	66,67%	33,33%	33,33%	100,00%	100,00%
Differenz:	-33,33%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	33,33%	33,33%	66,67%	66,67%	33,33%	33,33%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	17	15	19	22	12	12	21	24	28	27
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	53,13%	46,88%	59,38%	68,75%	37,50%	37,50%	65,63%	75,00%	87,50%	84,38%
Differenz:	-6,25%		9,38%		0,00%		9,38%		-3,13%	
nicht beantwortet:	11	12	1	0	12	12	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	21	20	31	32	20	20	32	32	32	32
Angabe in %:	80,95%	75,00%	61,29%	68,75%	60,00%	60,00%	65,63%	75,00%	87,50%	84,38%
Differenz:	-5,95%		7,46%		0,00%		9,38%		-3,13%	

Calcaneus 1

Fragennummer	15.3.		15.4.		2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
	2D	3D	2D	3D			
Dienstzeit							
1-2 Jahre	3	3	13	13	152	156	308
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	308	308	616
Angabe in %:	21,43%	21,43%	92,86%	92,86%	49,35%	50,65%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		1,30%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	39	31	70
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	269	277	546
Angabe in %:	21,43%	21,43%	92,86%	92,86%	56,51%	56,32%	56,41%
Differenz:	0,00%		0,00%		-0,19%		
3-5 Jahre	3	2	5	4	50	54	104
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	110	110	220
Angabe in %:	60,00%	40,00%	100,00%	80,00%	45,45%	49,09%	47,27%
Differenz:	-20,00%		-20,00%		3,64%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	14	8	22
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	96	102	198
Angabe in %:	60,00%	40,00%	100,00%	80,00%	52,08%	52,94%	52,53%
Differenz:	-20,00%		-20,00%		0,86%		
6-10 Jahre	4	3	6	5	87	83	170
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	132	132	264
Angabe in %:	66,67%	50,00%	100,00%	83,33%	65,91%	62,88%	64,39%
Differenz:	-16,67%		-16,67%		-3,03%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	6	9	15
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	126	123	249
Angabe in %:	66,67%	50,00%	100,00%	83,33%	69,05%	67,48%	68,27%
Differenz:	-16,67%		-16,67%		-1,57%		
11-20 Jahre	4	4	4	4	62	69	131
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	88	88	176
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	70,45%	78,41%	74,43%
Differenz:	0,00%		0,00%		7,95%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	4	1	5
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	84	87	171
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	73,81%	79,31%	76,61%
Differenz:	0,00%		0,00%		5,50%		
>20 Jahre	0	0	0	0	42	40	82
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	66	66	132
Angabe in %:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	63,64%	60,61%	62,12%
Differenz:	0,00%		0,00%		-3,03%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	3	4
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	65	63	128
Angabe in %:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	64,62%	63,49%	64,06%
Differenz:	0,00%		0,00%		-1,12%		
Gesamt:	14	12	28	26	393	402	795
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	704	704	1408
Angabe in %:	43,75%	37,50%	87,50%	81,25%	55,82%	57,10%	56,46%
Differenz:	-6,25%		-6,25%		1,28%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	64	52	116
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	640	652	1292
Angabe in %:	43,75%	37,50%	87,50%	81,25%	61,41%	61,66%	61,53%
Differenz:	-6,25%		-6,25%		0,25%		

Calcaneus 2

Fragennummer	1.		2.		3.1.		3.2.		4.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	13	13	11	14	10	7	8	5	10	11
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	92,86%	92,86%	78,57%	100,00%	71,43%	50,00%	57,14%	35,71%	71,43%	78,57%
Differenz:	0,00%		21,43%		-21,43%		-21,43%		7,14%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12
Angabe in %:	92,86%	92,86%	78,57%	100,00%	71,43%	50,00%	57,14%	35,71%	83,33%	91,67%
Differenz:	0,00%		21,43%		-21,43%		-21,43%		8,33%	
3-5 Jahre	4	5	4	5	1	1	2	1	4	5
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	80,00%	100,00%	80,00%	100,00%	20,00%	20,00%	40,00%	20,00%	80,00%	100,00%
Differenz:	20,00%		20,00%		0,00%		-20,00%		20,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	80,00%	100,00%	80,00%	100,00%	20,00%	20,00%	40,00%	20,00%	80,00%	100,00%
Differenz:	20,00%		20,00%		0,00%		-20,00%		20,00%	
6-10 Jahre	6	6	6	5	3	3	4	4	6	6
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	50,00%	50,00%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-16,67%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	50,00%	50,00%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-16,67%		0,00%		0,00%		0,00%	
11-20 Jahre	2	2	2	1	4	4	3	3	4	3
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	50,00%	50,00%	50,00%	25,00%	100,00%	100,00%	75,00%	75,00%	100,00%	75,00%
Differenz:	0,00%		-25,00%		0,00%		0,00%		-25,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	50,00%	50,00%	50,00%	25,00%	100,00%	100,00%	75,00%	75,00%	100,00%	75,00%
Differenz:	0,00%		-25,00%		0,00%		0,00%		-25,00%	
>20 Jahre	3	3	3	3	2	1	2	0	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,67%	33,33%	66,67%	0,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-33,33%		-66,67%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,67%	33,33%	66,67%	0,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-33,33%		-66,67%		0,00%	
Gesamt:	28	29	26	28	20	16	19	13	27	28
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	87,50%	90,63%	81,25%	87,50%	62,50%	50,00%	59,38%	40,63%	84,38%	87,50%
Differenz:	3,13%		6,25%		-12,50%		-18,75%		3,13%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	30	30
Angabe in %:	87,50%	90,63%	81,25%	87,50%	62,50%	50,00%	59,38%	40,63%	90,00%	93,33%
Differenz:	3,13%		6,25%		-12,50%		-18,75%		3,33%	

Calcaneus 2

Fragennummer	5.		6.		7.		8.		9.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	13	12	13	12	14	12	12	12	11	11
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	92,86%	85,71%	92,86%	85,71%	100,00%	85,71%	85,71%	85,71%	78,57%	78,57%
Differenz:	-7,14%		-7,14%		-14,29%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	12	12	11	11
Angabe in %:	92,86%	85,71%	92,86%	85,71%	100,00%	85,71%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	-7,14%		-7,14%		-14,29%		0,00%		0,00%	
3-5 Jahre	4	4	3	4	4	5	5	5	5	5
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	80,00%	80,00%	60,00%	80,00%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		20,00%		20,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	80,00%	80,00%	60,00%	80,00%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		20,00%		20,00%		0,00%		0,00%	
6-10 Jahre	5	5	4	5	3	5	6	6	6	6
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	83,33%	83,33%	66,67%	83,33%	50,00%	83,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		16,67%		33,33%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	83,33%	83,33%	66,67%	83,33%	50,00%	83,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		16,67%		33,33%		0,00%		0,00%	
11-20 Jahre	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		25,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		25,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
>20 Jahre	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	66,67%	100,00%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		33,33%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	66,67%	100,00%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		33,33%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	29	28	25	28	27	28	30	30	29	29
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	90,63%	87,50%	78,13%	87,50%	84,38%	87,50%	93,75%	93,75%	90,63%	90,63%
Differenz:	-3,13%		9,38%		3,13%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	30	30	29	29
Angabe in %:	90,63%	87,50%	78,13%	87,50%	84,38%	87,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	-3,13%		9,38%		3,13%		0,00%		0,00%	

Calcaneus 2

Fragennummer	10.1.1.		10.1.2.		10.2.1.1.		10.2.1.2.		10.2.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	13	12	12	12	10	11	11	14	10	10
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	92,86%	85,71%	85,71%	85,71%	71,43%	78,57%	78,57%	100,00%	71,43%	71,43%
Differenz:	-7,14%		0,00%		7,14%		21,43%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	1	1	1	0	1	0	2	1
möglich richtige Antworten:	14	14	13	13	13	14	13	14	12	13
Angabe in %:	92,86%	85,71%	92,31%	92,31%	76,92%	78,57%	84,62%	100,00%	83,33%	76,92%
Differenz:	-7,14%		0,00%		1,65%		15,38%		-6,41%	
3-5 Jahre	5	3	5	5	5	5	5	5	4	3
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	100,00%	60,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,00%	60,00%
Differenz:	-40,00%		0,00%		0,00%		0,00%		-20,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3
Angabe in %:	100,00%	60,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	-40,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
6-10 Jahre	6	6	6	5	6	6	6	5	5	4
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	83,33%	66,67%
Differenz:	0,00%		-16,67%		0,00%		-16,67%		-16,67%	
nicht beantwortet:	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	66,67%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		-16,67%	
11-20 Jahre	3	3	2	2	4	4	4	3	4	4
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	75,00%	75,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		-25,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
Angabe in %:	75,00%	75,00%	50,00%	66,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		16,67%		0,00%		0,00%		0,00%	
>20 Jahre	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	30	27	28	27	28	29	29	30	26	24
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	93,75%	84,38%	87,50%	84,38%	87,50%	90,63%	90,63%	93,75%	81,25%	75,00%
Differenz:	-9,38%		-3,13%		3,13%		3,13%		-6,25%	
nicht beantwortet:	0	0	1	3	1	0	1	2	3	3
möglich richtige Antworten:	32	32	31	29	31	32	31	30	29	29
Angabe in %:	93,75%	84,38%	90,32%	93,10%	90,32%	90,63%	93,55%	100,00%	89,66%	82,76%
Differenz:	-9,38%		2,78%		0,30%		6,45%		-6,90%	

Calcaneus 2

Fragennummer	11.		12.		14.		15.1.		15.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	5	7	14	12	9	9	13	12	14	14
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	35,71%	50,00%	100,00%	85,71%	64,29%	64,29%	92,86%	85,71%	100,00%	100,00%
Differenz:	14,29%		-14,29%		0,00%		-7,14%		0,00%	
nicht beantwortet:	7	7	0	0	2	2	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	7	7	14	14	12	12	14	14	14	14
Angabe in %:	71,43%	100,00%	100,00%	85,71%	75,00%	75,00%	92,86%	85,71%	100,00%	100,00%
Differenz:	28,57%		-14,29%		0,00%		-7,14%		0,00%	
3-5 Jahre	3	3	5	5	2	4	3	3	5	5
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	60,00%	60,00%	100,00%	100,00%	40,00%	80,00%	60,00%	60,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		40,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	3	5	5	4	5	5	5	5	5
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	80,00%	60,00%	60,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		30,00%		0,00%		0,00%	
6-10 Jahre	5	5	6	6	4	4	4	5	6	6
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	83,33%	83,33%	100,00%	100,00%	66,67%	66,67%	66,67%	83,33%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		16,67%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	83,33%	83,33%	100,00%	100,00%	66,67%	66,67%	66,67%	83,33%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		16,67%		0,00%	
11-20 Jahre	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,00%	100,00%	75,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-25,00%		-25,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		-25,00%		0,00%	
>20 Jahre	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	19	21	32	30	22	23	27	26	32	32
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Angabe in %:	59,38%	65,63%	100,00%	93,75%	68,75%	71,88%	84,38%	81,25%	100,00%	100,00%
Differenz:	6,25%		-6,25%		3,13%		-3,13%		0,00%	
nicht beantwortet:	10	10	0	0	3	3	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	22	22	32	32	29	29	32	32	32	32
Angabe in %:	86,36%	95,45%	100,00%	93,75%	75,86%	79,31%	84,38%	81,25%	100,00%	100,00%
Differenz:	9,09%		-6,25%		3,45%		-3,13%		0,00%	

Calcaneus 2

Fragennummer	15.3.		15.4.		2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
	2D	3D	2D	3D			
Dienstzeit							
1-2 Jahre	13	14	14	14	253	250	503
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	308	308	616
Angabe in %:	92,86%	100,00%	100,00%	100,00%	82,14%	81,17%	81,66%
Differenz:	7,14%		0,00%		-0,97%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	21	18	39
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	287	290	577
Angabe in %:	92,86%	100,00%	100,00%	100,00%	88,15%	86,21%	87,18%
Differenz:	7,14%		0,00%		-1,95%		
3-5 Jahre	5	5	5	5	88	91	179
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	110	110	220
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,00%	82,73%	81,36%
Differenz:	0,00%		0,00%		2,73%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	4	4	8
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	106	106	212
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	83,02%	85,85%	84,43%
Differenz:	0,00%		0,00%		2,83%		
6-10 Jahre	6	6	6	6	115	115	230
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	132	132	264
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,12%	87,12%	87,12%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	2	2
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	132	130	262
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,12%	88,46%	87,79%
Differenz:	0,00%		0,00%		1,34%		
11-20 Jahre	4	4	4	4	79	75	154
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	88	88	176
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,77%	85,23%	87,50%
Differenz:	0,00%		0,00%		-4,55%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	3	3
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	88	85	173
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,77%	88,24%	89,02%
Differenz:	0,00%		0,00%		-1,54%		
>20 Jahre	3	3	3	3	61	59	120
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	66	66	132
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	92,42%	89,39%	90,91%
Differenz:	0,00%		0,00%		-3,03%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	1	2
möglich richtige Antworten:	3	3	3	3	65	65	130
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,85%	90,77%	92,31%
Differenz:	0,00%		0,00%		-3,08%		
Gesamt:	31	32	32	32	596	590	1186
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	704	704	1408
Angabe in %:	96,88%	100,00%	100,00%	100,00%	84,66%	83,81%	84,23%
Differenz:	3,13%		0,00%		-0,85%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	26	28	54
möglich richtige Antworten:	32	32	32	32	678	676	1354
Angabe in %:	96,88%	100,00%	100,00%	100,00%	87,91%	87,28%	87,59%
Differenz:	3,13%		0,00%		-0,63%		

Calcaneus 3

Fragennummer	1.		2.		3.1.		3.2.		4.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	8	6	12	12	10	7	11	9	8	9
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	57,14%	42,86%	85,71%	85,71%	71,43%	50,00%	78,57%	64,29%	57,14%	64,29%
Differenz:	-14,29%		0,00%		-21,43%		-14,29%		7,14%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13
Angabe in %:	57,14%	42,86%	85,71%	85,71%	71,43%	50,00%	84,62%	69,23%	61,54%	69,23%
Differenz:	-14,29%		0,00%		-21,43%		-15,38%		7,69%	
3-5 Jahre	1	2	7	6	5	2	6	4	4	5
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	12,50%	25,00%	87,50%	75,00%	62,50%	25,00%	75,00%	50,00%	50,00%	62,50%
Differenz:	12,50%		-12,50%		-37,50%		-25,00%		12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8
Angabe in %:	12,50%	25,00%	87,50%	75,00%	62,50%	25,00%	75,00%	50,00%	57,14%	62,50%
Differenz:	12,50%		-12,50%		-37,50%		-25,00%		5,36%	
6-10 Jahre	3	1	8	7	7	3	8	5	3	5
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	37,50%	12,50%	100,00%	87,50%	87,50%	37,50%	100,00%	62,50%	37,50%	62,50%
Differenz:	-25,00%		-12,50%		-50,00%		-37,50%		25,00%	
nicht beantwortet:	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0
möglich richtige Antworten:	7	8	8	8	8	8	8	8	6	8
Angabe in %:	42,86%	12,50%	100,00%	87,50%	87,50%	37,50%	100,00%	62,50%	50,00%	62,50%
Differenz:	-30,36%		-12,50%		-50,00%		-37,50%		12,50%	
11-20 Jahre	3	2	5	4	4	2	3	2	3	3
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	50,00%	33,33%	83,33%	66,67%	66,67%	33,33%	50,00%	33,33%	50,00%	50,00%
Differenz:	-16,67%		-16,67%		-33,33%		-16,67%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	50,00%	33,33%	83,33%	66,67%	66,67%	33,33%	50,00%	33,33%	50,00%	50,00%
Differenz:	-16,67%		-16,67%		-33,33%		-16,67%		0,00%	
>20 Jahre	1	1	4	4	3	2	3	2	2	2
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	25,00%	25,00%	100,00%	100,00%	75,00%	50,00%	75,00%	50,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-25,00%		-25,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	25,00%	25,00%	100,00%	100,00%	75,00%	50,00%	75,00%	50,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-25,00%		-25,00%		0,00%	
Gesamt:	16	12	36	33	29	16	31	22	20	24
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Angabe in %:	40,00%	30,00%	90,00%	82,50%	72,50%	40,00%	77,50%	55,00%	50,00%	60,00%
Differenz:	-10,00%		-7,50%		-32,50%		-22,50%		10,00%	
nicht beantwortet:	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1
möglich richtige Antworten:	39	40	40	40	40	40	39	39	38	39
Angabe in %:	41,03%	30,00%	90,00%	82,50%	72,50%	40,00%	79,49%	56,41%	52,63%	61,54%
Differenz:	-11,03%		-7,50%		-32,50%		-23,08%		8,91%	

Calcaneus 3

Fragennummer	5.		6.		7.		8.		9.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	9	10	8	8	6	6	5	6	9	7
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	64,29%	71,43%	57,14%	57,14%	42,86%	42,86%	35,71%	42,86%	64,29%	50,00%
Differenz:	7,14%		0,00%		0,00%		7,14%		-14,29%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	3	3	4	4
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	11	11	10	10
Angabe in %:	64,29%	71,43%	57,14%	57,14%	42,86%	42,86%	45,45%	54,55%	90,00%	70,00%
Differenz:	7,14%		0,00%		0,00%		9,09%		-20,00%	
3-5 Jahre	7	6	5	5	3	3	3	3	6	5
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	87,50%	75,00%	62,50%	62,50%	37,50%	37,50%	37,50%	37,50%	75,00%	62,50%
Differenz:	-12,50%		0,00%		0,00%		0,00%		-12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6
Angabe in %:	87,50%	75,00%	62,50%	62,50%	37,50%	37,50%	50,00%	50,00%	100,00%	83,33%
Differenz:	-12,50%		0,00%		0,00%		0,00%		-16,67%	
6-10 Jahre	5	5	6	3	4	4	5	6	5	6
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	62,50%	62,50%	75,00%	37,50%	50,00%	50,00%	62,50%	75,00%	62,50%	75,00%
Differenz:	0,00%		-37,50%		0,00%		12,50%		12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	7	8	8	8	7	8
Angabe in %:	62,50%	62,50%	75,00%	37,50%	57,14%	50,00%	62,50%	75,00%	71,43%	75,00%
Differenz:	0,00%		-37,50%		-7,14%		12,50%		3,57%	
11-20 Jahre	3	2	5	3	3	2	3	5	6	4
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	50,00%	33,33%	83,33%	50,00%	50,00%	33,33%	50,00%	83,33%	100,00%	66,67%
Differenz:	-16,67%		-33,33%		-16,67%		33,33%		-33,33%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	50,00%	33,33%	83,33%	50,00%	50,00%	33,33%	50,00%	83,33%	100,00%	66,67%
Differenz:	-16,67%		-33,33%		-16,67%		33,33%		-33,33%	
>20 Jahre	4	3	4	3	4	3	3	3	2	1
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	75,00%	100,00%	75,00%	100,00%	75,00%	75,00%	75,00%	50,00%	25,00%
Differenz:	-25,00%		-25,00%		-25,00%		0,00%		-25,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	100,00%	75,00%	100,00%	75,00%	100,00%	75,00%	75,00%	75,00%	50,00%	25,00%
Differenz:	-25,00%		-25,00%		-25,00%		0,00%		-25,00%	
Gesamt:	28	26	28	22	20	18	19	23	28	23
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Angabe in %:	70,00%	65,00%	70,00%	55,00%	50,00%	45,00%	47,50%	57,50%	70,00%	57,50%
Differenz:	-5,00%		-15,00%		-5,00%		10,00%		-12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	2	0	6	5	7	6
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	38	40	34	35	33	34
Angabe in %:	70,00%	65,00%	70,00%	55,00%	52,63%	45,00%	55,88%	65,71%	84,85%	67,65%
Differenz:	-5,00%		-15,00%		-7,63%		9,83%		-17,20%	

Calcaneus 3

Fragennummer	10.1.1.		10.1.2.		10.2.1.1.		10.2.1.2.		10.2.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	6	7	5	5	4	4	8	5	3	8
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	42,86%	50,00%	35,71%	35,71%	28,57%	28,57%	57,14%	35,71%	21,43%	57,14%
Differenz:	7,14%		0,00%		0,00%		-21,43%		35,71%	
nicht beantwortet:	1	0	1	1	0	0	1	2	1	1
möglich richtige Antworten:	13	14	13	13	14	14	13	12	13	13
Angabe in %:	46,15%	50,00%	38,46%	38,46%	28,57%	28,57%	61,54%	41,67%	23,08%	61,54%
Differenz:	3,85%		0,00%		0,00%		-19,87%		38,46%	
3-5 Jahre	4	6	1	2	2	2	4	4	1	2
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	50,00%	75,00%	12,50%	25,00%	25,00%	25,00%	50,00%	50,00%	12,50%	25,00%
Differenz:	25,00%		12,50%		0,00%		0,00%		12,50%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	1	1	1	0	3	1
möglich richtige Antworten:	7	8	7	8	7	7	7	8	5	7
Angabe in %:	57,14%	75,00%	14,29%	25,00%	28,57%	28,57%	57,14%	50,00%	20,00%	28,57%
Differenz:	17,86%		10,71%		0,00%		-7,14%		8,57%	
6-10 Jahre	6	7	2	2	2	3	1	4	3	4
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	75,00%	87,50%	25,00%	25,00%	25,00%	37,50%	12,50%	50,00%	37,50%	50,00%
Differenz:	12,50%		0,00%		12,50%		37,50%		12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7
Angabe in %:	75,00%	87,50%	25,00%	25,00%	25,00%	37,50%	12,50%	57,14%	37,50%	57,14%
Differenz:	12,50%		0,00%		12,50%		44,64%		19,64%	
11-20 Jahre	2	3	4	3	3	3	4	3	3	4
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	33,33%	50,00%	66,67%	50,00%	50,00%	50,00%	66,67%	50,00%	50,00%	66,67%
Differenz:	16,67%		-16,67%		0,00%		-16,67%		16,67%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	5	6	5	6	5
Angabe in %:	33,33%	50,00%	66,67%	50,00%	50,00%	60,00%	66,67%	60,00%	50,00%	80,00%
Differenz:	16,67%		-16,67%		10,00%		-6,67%		30,00%	
>20 Jahre	3	2	4	4	0	0	4	4	2	2
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	75,00%	50,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	-25,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Angabe in %:	75,00%	50,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	-25,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	21	25	16	16	11	12	21	20	12	20
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Angabe in %:	52,50%	62,50%	40,00%	40,00%	27,50%	30,00%	52,50%	50,00%	30,00%	50,00%
Differenz:	10,00%		0,00%		2,50%		-2,50%		20,00%	
nicht beantwortet:	1	0	1	1	2	2	3	4	5	6
möglich richtige Antworten:	39	40	39	39	38	38	37	36	35	34
Angabe in %:	53,85%	62,50%	41,03%	41,03%	28,95%	31,58%	56,76%	55,56%	34,29%	58,82%
Differenz:	8,65%		0,00%		2,63%		-1,20%		24,54%	

Calcaneus 3

Fragennummer	11.		12.		14.		15.1.		15.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	0	8	10	7	6	9	11	13	12
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	0,00%	0,00%	57,14%	71,43%	50,00%	42,86%	64,29%	78,57%	92,86%	85,71%
Differenz:	0,00%		14,29%		-7,14%		14,29%		-7,14%	
nicht beantwortet:	10	9	1	0	6	6	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	5	13	14	8	8	14	14	14	14
Angabe in %:	0,00%	0,00%	61,54%	71,43%	87,50%	75,00%	64,29%	78,57%	92,86%	85,71%
Differenz:	0,00%		9,89%		-12,50%		14,29%		-7,14%	
3-5 Jahre	0	0	5	8	4	3	6	6	4	4
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	0,00%	0,00%	62,50%	100,00%	50,00%	37,50%	75,00%	75,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		37,50%		-12,50%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	2	2	0	0	3	3	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	8	8	5	5	8	8	8	8
Angabe in %:	0,00%	0,00%	62,50%	100,00%	80,00%	60,00%	75,00%	75,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		37,50%		-20,00%		0,00%		0,00%	
6-10 Jahre	1	1	6	7	8	8	7	7	7	7
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	12,50%	12,50%	75,00%	87,50%	100,00%	100,00%	87,50%	87,50%	87,50%	87,50%
Differenz:	0,00%		12,50%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	16,67%	16,67%	75,00%	87,50%	100,00%	100,00%	87,50%	87,50%	87,50%	87,50%
Differenz:	0,00%		12,50%		0,00%		0,00%		0,00%	
11-20 Jahre	1	2	5	6	5	4	5	4	6	6
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	16,67%	33,33%	83,33%	100,00%	83,33%	66,67%	83,33%	66,67%	100,00%	100,00%
Differenz:	16,67%		16,67%		-16,67%		-16,67%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Angabe in %:	16,67%	33,33%	83,33%	100,00%	83,33%	66,67%	83,33%	66,67%	100,00%	100,00%
Differenz:	16,67%		16,67%		-16,67%		-16,67%		0,00%	
>20 Jahre	1	0	3	3	3	3	0	0	2	2
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	25,00%	0,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	-25,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4
Angabe in %:	33,33%	0,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	-33,33%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	3	3	27	34	27	24	27	28	32	31
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Angabe in %:	7,50%	7,50%	67,50%	85,00%	67,50%	60,00%	67,50%	70,00%	80,00%	77,50%
Differenz:	0,00%		17,50%		-7,50%		2,50%		-2,50%	
nicht beantwortet:	16	16	1	0	11	12	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	24	24	39	40	29	28	40	40	40	40
Angabe in %:	12,50%	12,50%	69,23%	85,00%	93,10%	85,71%	67,50%	70,00%	80,00%	77,50%
Differenz:	0,00%		15,77%		-7,39%		2,50%		-2,50%	

Calcaneus 3

Fragennummer	15.3.		15.4.		2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
	2D	3D	2D	3D			
Dienstzeit							
1-2 Jahre	1	0	13	13	163	161	324
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	308	308	616
Angabe in %:	7,14%	0,00%	92,86%	92,86%	52,92%	52,27%	52,60%
Differenz:	-7,14%		0,00%		-0,65%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	30	28	58
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	278	280	558
Angabe in %:	7,14%	0,00%	92,86%	92,86%	58,63%	57,50%	58,06%
Differenz:	-7,14%		0,00%		-1,13%		
3-5 Jahre	2	2	7	7	87	87	174
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	176	176	352
Angabe in %:	25,00%	25,00%	87,50%	87,50%	49,43%	49,43%	49,43%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	17	11	28
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	159	165	324
Angabe in %:	25,00%	25,00%	87,50%	87,50%	54,72%	52,73%	53,70%
Differenz:	0,00%		0,00%		-1,99%		
6-10 Jahre	4	4	8	8	109	107	216
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	176	176	352
Angabe in %:	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	61,93%	60,80%	61,36%
Differenz:	0,00%		0,00%		-1,14%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	7	4	11
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	169	172	341
Angabe in %:	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	64,50%	62,21%	63,34%
Differenz:	0,00%		0,00%		-2,29%		
11-20 Jahre	6	5	6	5	88	77	165
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	132	132	264
Angabe in %:	100,00%	83,33%	100,00%	83,33%	66,67%	58,33%	62,50%
Differenz:	-16,67%		-16,67%		-8,33%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	3	3
möglich richtige Antworten:	6	6	6	6	132	129	261
Angabe in %:	100,00%	83,33%	100,00%	83,33%	66,67%	59,69%	63,22%
Differenz:	-16,67%		-16,67%		-6,98%		
>20 Jahre	0	0	2	2	54	46	100
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	88	88	176
Angabe in %:	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	61,36%	52,27%	56,82%
Differenz:	0,00%		0,00%		-9,09%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	3	4
möglich richtige Antworten:	4	4	4	4	87	85	172
Angabe in %:	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	62,07%	54,12%	58,14%
Differenz:	0,00%		0,00%		-7,95%		
Gesamt:	13	11	36	35	501	478	979
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	880	880	1760
Angabe in %:	32,50%	27,50%	90,00%	87,50%	56,93%	54,32%	55,63%
Differenz:	-5,00%		-2,50%		-2,61%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	55	49	104
möglich richtige Antworten:	40	40	40	40	825	831	1656
Angabe in %:	32,50%	27,50%	90,00%	87,50%	60,73%	57,52%	59,12%
Differenz:	-5,00%		-2,50%		-3,21%		

Calcaneus 4

Fragennummer	1.		2.		3.1.		3.2.		4.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	4	3	15	15	1	2	10	13	11	11
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Angabe in %:	26,67%	20,00%	100,00%	100,00%	6,67%	13,33%	66,67%	86,67%	73,33%	73,33%
Differenz:	-6,67%		0,00%		6,67%		20,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	15	15	15	15	11	12
Angabe in %:	26,67%	20,00%	100,00%	100,00%	6,67%	13,33%	66,67%	86,67%	100,00%	91,67%
Differenz:	-6,67%		0,00%		6,67%		20,00%		-8,33%	
3-5 Jahre	3	5	11	12	3	4	6	7	8	7
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Angabe in %:	23,08%	38,46%	84,62%	92,31%	23,08%	30,77%	46,15%	53,85%	61,54%	53,85%
Differenz:	15,38%		7,69%		7,69%		7,69%		-7,69%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	13	13	13	13	11	12
Angabe in %:	23,08%	38,46%	84,62%	92,31%	23,08%	30,77%	46,15%	53,85%	72,73%	58,33%
Differenz:	15,38%		7,69%		7,69%		7,69%		-14,39%	
6-10 Jahre	2	5	14	14	2	4	9	11	9	7
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	14,29%	35,71%	100,00%	100,00%	14,29%	28,57%	64,29%	78,57%	64,29%	50,00%
Differenz:	21,43%		0,00%		14,29%		14,29%		-14,29%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	14,29%	35,71%	100,00%	100,00%	14,29%	28,57%	64,29%	78,57%	64,29%	50,00%
Differenz:	21,43%		0,00%		14,29%		14,29%		-14,29%	
11-20 Jahre	4	4	8	7	1	3	7	5	7	4
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Angabe in %:	44,44%	44,44%	88,89%	77,78%	11,11%	33,33%	77,78%	55,56%	77,78%	44,44%
Differenz:	0,00%		-11,11%		22,22%		-22,22%		-33,33%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Angabe in %:	44,44%	44,44%	88,89%	77,78%	11,11%	33,33%	77,78%	55,56%	77,78%	44,44%
Differenz:	0,00%		-11,11%		22,22%		-22,22%		-33,33%	
>20 Jahre	1	1	5	4	0	1	3	4	2	4
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	20,00%	20,00%	100,00%	80,00%	0,00%	20,00%	60,00%	80,00%	40,00%	80,00%
Differenz:	0,00%		-20,00%		20,00%		20,00%		40,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	20,00%	20,00%	100,00%	80,00%	0,00%	20,00%	60,00%	80,00%	40,00%	80,00%
Differenz:	0,00%		-20,00%		20,00%		20,00%		40,00%	
Gesamt:	14	18	53	52	7	14	35	40	37	33
möglich richtige Antworten:	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Angabe in %:	25,00%	32,14%	94,64%	92,86%	12,50%	25,00%	62,50%	71,43%	66,07%	58,93%
Differenz:	7,14%		-1,79%		12,50%		8,93%		-7,14%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4
möglich richtige Antworten:	56	56	56	56	56	56	56	56	50	52
Angabe in %:	25,00%	32,14%	94,64%	92,86%	12,50%	25,00%	62,50%	71,43%	74,00%	63,46%
Differenz:	7,14%		-1,79%		12,50%		8,93%		-10,54%	

Calcaneus 4

Fragennummer	5.		6.		7.		8.		9.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	5	8	4	9	8	7	3	4	10	10
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Angabe in %:	33,33%	53,33%	26,67%	60,00%	53,33%	46,67%	20,00%	26,67%	66,67%	66,67%
Differenz:	20,00%		33,33%		-6,67%		6,67%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	5	4	5	5
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	15	15	10	11	10	10
Angabe in %:	33,33%	53,33%	26,67%	60,00%	53,33%	46,67%	30,00%	36,36%	100,00%	100,00%
Differenz:	20,00%		33,33%		-6,67%		6,36%		0,00%	
3-5 Jahre	4	7	4	3	6	7	2	2	8	7
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Angabe in %:	30,77%	53,85%	30,77%	23,08%	46,15%	53,85%	15,38%	15,38%	61,54%	53,85%
Differenz:	23,08%		-7,69%		7,69%		0,00%		-7,69%	
nicht beantwortet:	1	0	0	0	2	0	3	2	4	3
möglich richtige Antworten:	12	13	13	13	11	13	10	11	9	10
Angabe in %:	33,33%	53,85%	30,77%	23,08%	54,55%	53,85%	20,00%	18,18%	88,89%	70,00%
Differenz:	20,51%		-7,69%		-0,70%		-1,82%		-18,89%	
6-10 Jahre	6	9	7	8	8	6	8	9	8	8
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	42,86%	64,29%	50,00%	57,14%	57,14%	42,86%	57,14%	64,29%	57,14%	57,14%
Differenz:	21,43%		7,14%		-14,29%		7,14%		0,00%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	1	0	1	0	2	1
möglich richtige Antworten:	13	14	13	14	13	14	13	14	12	13
Angabe in %:	46,15%	64,29%	53,85%	57,14%	61,54%	42,86%	61,54%	64,29%	66,67%	61,54%
Differenz:	18,13%		3,30%		-18,68%		2,75%		-5,13%	
11-20 Jahre	3	5	5	6	4	5	7	6	7	7
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Angabe in %:	33,33%	55,56%	55,56%	66,67%	44,44%	55,56%	77,78%	66,67%	77,78%	77,78%
Differenz:	22,22%		11,11%		11,11%		-11,11%		0,00%	
nicht beantwortet:	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	7	9	9	9	8	9	9	9	9	9
Angabe in %:	42,86%	55,56%	55,56%	66,67%	50,00%	55,56%	77,78%	66,67%	77,78%	77,78%
Differenz:	12,70%		11,11%		5,56%		-11,11%		0,00%	
>20 Jahre	0	0	0	0	5	4	2	1	5	2
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	80,00%	40,00%	20,00%	100,00%	40,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-20,00%		-20,00%		-60,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	80,00%	40,00%	20,00%	100,00%	40,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-20,00%		-20,00%		-60,00%	
Gesamt:	18	29	20	26	31	29	22	22	38	34
möglich richtige Antworten:	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Angabe in %:	32,14%	51,79%	35,71%	46,43%	55,36%	51,79%	39,29%	39,29%	67,86%	60,71%
Differenz:	19,64%		10,71%		-3,57%		0,00%		-7,14%	
nicht beantwortet:	4	0	1	0	4	0	9	6	11	9
möglich richtige Antworten:	52	56	55	56	52	56	47	50	45	47
Angabe in %:	34,62%	51,79%	36,36%	46,43%	59,62%	51,79%	46,81%	44,00%	84,44%	72,34%
Differenz:	17,17%		10,06%		-7,83%		-2,81%		-12,10%	

Calcaneus 4

Fragennummer	10.1.1.		10.1.2.		10.2.1.1.		10.2.1.2.		10.2.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	2	7	6	9	3	5	9	11	8	10
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Angabe in %:	13,33%	46,67%	40,00%	60,00%	20,00%	33,33%	60,00%	73,33%	53,33%	66,67%
Differenz:	33,33%		20,00%		13,33%		13,33%		13,33%	
nicht beantwortet:	0	0	3	2	0	0	1	2	0	0
möglich richtige Antworten:	15	15	12	13	15	15	14	13	15	15
Angabe in %:	13,33%	46,67%	50,00%	69,23%	20,00%	33,33%	64,29%	84,62%	53,33%	66,67%
Differenz:	33,33%		19,23%		13,33%		20,33%		13,33%	
3-5 Jahre	5	7	4	8	8	7	5	6	3	5
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Angabe in %:	38,46%	53,85%	30,77%	61,54%	61,54%	53,85%	38,46%	46,15%	23,08%	38,46%
Differenz:	15,38%		30,77%		-7,69%		7,69%		15,38%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	3	1	3	1	5	5
möglich richtige Antworten:	12	13	12	13	10	12	10	12	8	8
Angabe in %:	41,67%	53,85%	33,33%	61,54%	80,00%	58,33%	50,00%	50,00%	37,50%	62,50%
Differenz:	12,18%		28,21%		-21,67%		0,00%		25,00%	
6-10 Jahre	5	8	6	9	1	5	9	7	7	5
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	35,71%	57,14%	42,86%	64,29%	7,14%	35,71%	64,29%	50,00%	50,00%	35,71%
Differenz:	21,43%		21,43%		28,57%		-14,29%		-14,29%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	1	1	0	1	2	1
möglich richtige Antworten:	13	14	13	14	13	13	14	13	12	13
Angabe in %:	38,46%	57,14%	46,15%	64,29%	7,69%	38,46%	64,29%	53,85%	58,33%	38,46%
Differenz:	18,68%		18,13%		30,77%		-10,44%		-19,87%	
11-20 Jahre	4	5	6	5	2	3	4	8	4	4
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Angabe in %:	44,44%	55,56%	66,67%	55,56%	22,22%	33,33%	44,44%	88,89%	44,44%	44,44%
Differenz:	11,11%		-11,11%		11,11%		44,44%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	1	3	0	3	3
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	8	8	6	9	6	6
Angabe in %:	44,44%	55,56%	66,67%	55,56%	25,00%	37,50%	66,67%	88,89%	66,67%	66,67%
Differenz:	11,11%		-11,11%		12,50%		22,22%		0,00%	
>20 Jahre	2	2	4	4	1	1	4	4	2	4
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	40,00%	40,00%	80,00%	80,00%	20,00%	20,00%	80,00%	80,00%	40,00%	80,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		40,00%	
nicht beantwortet:	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5
Angabe in %:	50,00%	40,00%	100,00%	80,00%	20,00%	25,00%	80,00%	80,00%	40,00%	80,00%
Differenz:	-10,00%		-20,00%		5,00%		0,00%		40,00%	
Gesamt:	18	29	26	35	15	21	31	36	24	28
möglich richtige Antworten:	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Angabe in %:	32,14%	51,79%	46,43%	62,50%	26,79%	37,50%	55,36%	64,29%	42,86%	50,00%
Differenz:	19,64%		16,07%		10,71%		8,93%		7,14%	
nicht beantwortet:	3	0	6	2	5	4	7	4	10	9
möglich richtige Antworten:	53	56	50	54	51	52	49	52	46	47
Angabe in %:	33,96%	51,79%	52,00%	64,81%	29,41%	40,38%	63,27%	69,23%	52,17%	59,57%
Differenz:	17,82%		12,81%		10,97%		5,97%		7,40%	

Calcaneus 4

Fragennummer	11.		12.		14.		15.1.		15.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	0	6	6	1	2	11	10	15	13
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Angabe in %:	0,00%	0,00%	40,00%	40,00%	6,67%	13,33%	73,33%	66,67%	100,00%	86,67%
Differenz:	0,00%		0,00%		6,67%		-6,67%		-13,33%	
nicht beantwortet:	11	11	2	0	7	7	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	13	15	8	8	15	15	15	15
Angabe in %:	0,00%	0,00%	46,15%	40,00%	12,50%	25,00%	73,33%	66,67%	100,00%	86,67%
Differenz:	0,00%		-6,15%		12,50%		-6,67%		-13,33%	
3-5 Jahre	0	0	8	11	1	1	13	5	10	11
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Angabe in %:	0,00%	0,00%	61,54%	84,62%	7,69%	7,69%	100,00%	38,46%	76,92%	84,62%
Differenz:	0,00%		23,08%		0,00%		-61,54%		7,69%	
nicht beantwortet:	5	7	0	0	6	6	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	8	6	13	13	7	7	13	13	13	13
Angabe in %:	0,00%	0,00%	61,54%	84,62%	14,29%	14,29%	100,00%	38,46%	76,92%	84,62%
Differenz:	0,00%		23,08%		0,00%		-61,54%		7,69%	
6-10 Jahre	0	0	8	11	0	0	10	6	13	12
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Angabe in %:	0,00%	0,00%	57,14%	78,57%	0,00%	0,00%	71,43%	42,86%	92,86%	85,71%
Differenz:	0,00%		21,43%		0,00%		-28,57%		-7,14%	
nicht beantwortet:	5	7	0	0	2	2	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	9	7	14	14	12	12	14	14	14	14
Angabe in %:	0,00%	0,00%	57,14%	78,57%	0,00%	0,00%	71,43%	42,86%	92,86%	85,71%
Differenz:	0,00%		21,43%		0,00%		-28,57%		-7,14%	
11-20 Jahre	0	2	7	6	1	1	6	3	8	7
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Angabe in %:	0,00%	22,22%	77,78%	66,67%	11,11%	11,11%	66,67%	33,33%	88,89%	77,78%
Differenz:	22,22%		-11,11%		0,00%		-33,33%		-11,11%	
nicht beantwortet:	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	9	6	9	9	8	8	9	9	9	9
Angabe in %:	0,00%	33,33%	77,78%	66,67%	12,50%	12,50%	66,67%	33,33%	88,89%	77,78%
Differenz:	33,33%		-11,11%		0,00%		-33,33%		-11,11%	
>20 Jahre	0	2	3	4	1	1	0	0	4	4
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	40,00%	60,00%	80,00%	20,00%	20,00%	0,00%	0,00%	80,00%	80,00%
Differenz:	40,00%		20,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	66,67%	60,00%	80,00%	20,00%	20,00%	0,00%	0,00%	80,00%	80,00%
Differenz:	66,67%		20,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	0	4	32	38	4	5	40	24	50	47
möglich richtige Antworten:	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Angabe in %:	0,00%	7,14%	57,14%	67,86%	7,14%	8,93%	71,43%	42,86%	89,29%	83,93%
Differenz:	7,14%		10,71%		1,79%		-28,57%		-5,36%	
nicht beantwortet:	22	30	2	0	16	16	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	34	26	54	56	40	40	56	56	56	56
Angabe in %:	0,00%	15,38%	59,26%	67,86%	10,00%	12,50%	71,43%	42,86%	89,29%	83,93%
Differenz:	15,38%		8,60%		2,50%		-28,57%		-5,36%	

Calcaneus 4

Fragennummer	15.3.		15.4.		2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
	2D	3D	2D	3D			
Dienstzeit							
1-2 Jahre	11	12	0	2	143	169	312
möglich richtige Antworten:	15	15	15	15	330	330	660
Angabe in %:	73,33%	80,00%	0,00%	13,33%	43,33%	51,21%	47,27%
Differenz:	6,67%		13,33%		7,88%		
nicht beantwortet:	0	0	1	1	39	35	74
möglich richtige Antworten:	15	15	14	14	291	295	586
Angabe in %:	73,33%	80,00%	0,00%	14,29%	49,14%	57,29%	53,24%
Differenz:	6,67%		14,29%		8,15%		
3-5 Jahre	6	8	2	4	120	134	254
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	286	286	572
Angabe in %:	46,15%	61,54%	15,38%	30,77%	41,96%	46,85%	44,41%
Differenz:	15,38%		15,38%		4,90%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	36	26	62
möglich richtige Antworten:	13	13	13	13	250	260	510
Angabe in %:	46,15%	61,54%	15,38%	30,77%	48,00%	51,54%	49,80%
Differenz:	15,38%		15,38%		3,54%		
6-10 Jahre	4	5	0	0	136	149	285
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	308	308	616
Angabe in %:	28,57%	35,71%	0,00%	0,00%	44,16%	48,38%	46,27%
Differenz:	7,14%		0,00%		4,22%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	18	13	31
möglich richtige Antworten:	14	14	14	14	290	295	585
Angabe in %:	28,57%	35,71%	0,00%	0,00%	46,90%	50,51%	48,72%
Differenz:	7,14%		0,00%		3,61%		
11-20 Jahre	4	4	1	1	100	101	201
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	198	198	396
Angabe in %:	44,44%	44,44%	11,11%	11,11%	50,51%	51,01%	50,76%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,51%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	11	8	19
möglich richtige Antworten:	9	9	9	9	187	190	377
Angabe in %:	44,44%	44,44%	11,11%	11,11%	53,48%	53,16%	53,32%
Differenz:	0,00%		0,00%		-0,32%		
>20 Jahre	4	4	2	2	50	53	103
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	110	110	220
Angabe in %:	80,00%	80,00%	40,00%	40,00%	45,45%	48,18%	46,82%
Differenz:	0,00%		0,00%		2,73%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	3	3	6
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	107	107	214
Angabe in %:	80,00%	80,00%	40,00%	40,00%	46,73%	49,53%	48,13%
Differenz:	0,00%		0,00%		2,80%		
Gesamt:	29	33	5	9	549	606	1155
möglich richtige Antworten:	56	56	56	56	1232	1232	2464
Angabe in %:	51,79%	58,93%	8,93%	16,07%	44,56%	49,19%	46,88%
Differenz:	7,14%		7,14%		4,63%		
nicht beantwortet:	0	0	1	1	107	85	192
möglich richtige Antworten:	56	56	55	55	1125	1147	2272
Angabe in %:	51,79%	58,93%	9,09%	16,36%	48,80%	52,83%	50,84%
Differenz:	7,14%		7,27%		4,03%		

Calcaneus 5

Fragennummer	1.		2.		3.1.		3.2.		4.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		-50,00%		0,00%		50,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
möglich richtige Antworten:	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1
Angabe in %:	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		-100,00%		0,00%		50,00%		50,00%	
3-5 Jahre	1	2	8	5	4	4	0	0	4	5
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	12,50%	25,00%	100,00%	62,50%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	62,50%
Differenz:	12,50%		-37,50%		0,00%		0,00%		12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	1	0	1	0	3	2	1
möglich richtige Antworten:	8	8	8	7	8	7	8	5	6	7
Angabe in %:	12,50%	25,00%	100,00%	71,43%	50,00%	57,14%	0,00%	0,00%	66,67%	71,43%
Differenz:	12,50%		-28,57%		7,14%		0,00%		4,76%	
6-10 Jahre	1	3	8	7	5	4	1	5	4	7
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	12,50%	37,50%	100,00%	87,50%	62,50%	50,00%	12,50%	62,50%	50,00%	87,50%
Differenz:	25,00%		-12,50%		-12,50%		50,00%		37,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
Angabe in %:	12,50%	37,50%	100,00%	87,50%	62,50%	50,00%	12,50%	62,50%	50,00%	100,00%
Differenz:	25,00%		-12,50%		-12,50%		50,00%		50,00%	
11-20 Jahre	0	2	5	5	3	4	1	2	2	3
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	40,00%	100,00%	100,00%	60,00%	80,00%	20,00%	40,00%	40,00%	60,00%
Differenz:	40,00%		0,00%		20,00%		20,00%		20,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	40,00%	100,00%	100,00%	60,00%	80,00%	20,00%	40,00%	40,00%	60,00%
Differenz:	40,00%		0,00%		20,00%		20,00%		20,00%	
>20 Jahre	0	0	2	2	2	2	0	0	1	1
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	2	7	24	19	14	14	2	8	12	17
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Angabe in %:	8,00%	28,00%	96,00%	76,00%	56,00%	56,00%	8,00%	32,00%	48,00%	68,00%
Differenz:	20,00%		-20,00%		0,00%		24,00%		20,00%	
nicht beantwortet:	0	0	1	2	0	1	0	3	2	3
möglich richtige Antworten:	25	25	24	23	25	24	25	22	23	22
Angabe in %:	8,00%	28,00%	100,00%	82,61%	56,00%	58,33%	8,00%	36,36%	52,17%	77,27%
Differenz:	20,00%		-17,39%		2,33%		28,36%		25,10%	

Calcaneus 5

Fragennummer	5.		6.		7.		8.		9.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	2	1	0	0	2	1	1	1	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	100,00%	50,00%	0,00%	0,00%	100,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%
Differenz:	-50,00%		0,00%		-50,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1
Angabe in %:	100,00%	50,00%	0,00%	0,00%	100,00%	50,00%	50,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Differenz:	-50,00%		0,00%		-50,00%		50,00%		0,00%	
3-5 Jahre	6	5	4	4	5	3	1	1	5	3
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	75,00%	62,50%	50,00%	50,00%	62,50%	37,50%	12,50%	12,50%	62,50%	37,50%
Differenz:	-12,50%		0,00%		-25,00%		0,00%		-25,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	2	3	3	4
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	7	8	6	5	5	4
Angabe in %:	75,00%	62,50%	50,00%	50,00%	71,43%	37,50%	16,67%	20,00%	100,00%	75,00%
Differenz:	-12,50%		0,00%		-33,93%		3,33%		-25,00%	
6-10 Jahre	7	7	5	5	6	7	1	0	5	6
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	87,50%	87,50%	62,50%	62,50%	75,00%	87,50%	12,50%	0,00%	62,50%	75,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		12,50%		-12,50%		12,50%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	3	0	2	1
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	5	8	6	7
Angabe in %:	87,50%	87,50%	62,50%	62,50%	75,00%	87,50%	20,00%	0,00%	83,33%	85,71%
Differenz:	0,00%		0,00%		12,50%		-20,00%		2,38%	
11-20 Jahre	3	3	3	4	4	3	1	1	4	4
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	60,00%	60,00%	60,00%	80,00%	80,00%	60,00%	20,00%	20,00%	80,00%	80,00%
Differenz:	0,00%		20,00%		-20,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Angabe in %:	60,00%	60,00%	60,00%	80,00%	80,00%	60,00%	20,00%	20,00%	80,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		20,00%		-20,00%		0,00%		20,00%	
>20 Jahre	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	0,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		-50,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	0,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		-50,00%		0,00%	
Gesamt:	20	18	14	15	19	16	5	3	16	15
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Angabe in %:	80,00%	72,00%	56,00%	60,00%	76,00%	64,00%	20,00%	12,00%	64,00%	60,00%
Differenz:	-8,00%		4,00%		-12,00%		-8,00%		-4,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	5	4	7	7
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	24	25	20	21	18	18
Angabe in %:	80,00%	72,00%	56,00%	60,00%	79,17%	64,00%	25,00%	14,29%	88,89%	83,33%
Differenz:	-8,00%		4,00%		-15,17%		-10,71%		-5,56%	

Calcaneus 5

Fragennummer	10.1.1.		10.1.2.		10.2.1.1.		10.2.1.2.		10.2.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-50,00%		-50,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
möglich richtige Antworten:	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Angabe in %:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		-100,00%		-100,00%		0,00%	
3-5 Jahre	1	1	2	2	2	1	5	0	0	1
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	12,50%	12,50%	25,00%	25,00%	25,00%	12,50%	62,50%	0,00%	0,00%	12,50%
Differenz:	0,00%		0,00%		-12,50%		-62,50%		12,50%	
nicht beantwortet:	1	2	1	2	2	2	1	3	1	3
möglich richtige Antworten:	7	6	7	6	6	6	7	5	7	5
Angabe in %:	14,29%	16,67%	28,57%	33,33%	33,33%	16,67%	71,43%	0,00%	0,00%	20,00%
Differenz:	2,38%		4,76%		-16,67%		-71,43%		20,00%	
6-10 Jahre	1	2	2	2	2	2	5	3	1	5
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	12,50%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	62,50%	37,50%	12,50%	62,50%
Differenz:	12,50%		0,00%		0,00%		-25,00%		50,00%	
nicht beantwortet:	2	1	0	1	2	4	2	4	1	1
möglich richtige Antworten:	6	7	8	7	6	4	6	4	7	7
Angabe in %:	16,67%	28,57%	25,00%	28,57%	33,33%	50,00%	83,33%	75,00%	14,29%	71,43%
Differenz:	11,90%		3,57%		16,67%		-8,33%		57,14%	
11-20 Jahre	0	4	1	2	2	2	4	3	1	2
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	0,00%	80,00%	20,00%	40,00%	40,00%	40,00%	80,00%	60,00%	20,00%	40,00%
Differenz:	80,00%		20,00%		0,00%		-20,00%		20,00%	
nicht beantwortet:	0	1	0	1	0	2	0	2	0	0
möglich richtige Antworten:	5	4	5	4	5	3	5	3	5	5
Angabe in %:	0,00%	100,00%	20,00%	50,00%	40,00%	66,67%	80,00%	100,00%	20,00%	40,00%
Differenz:	100,00%		30,00%		26,67%		20,00%		20,00%	
>20 Jahre	0	1	0	0	1	0	2	2	1	1
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	50,00%		0,00%		-50,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	50,00%		0,00%		-50,00%		0,00%		0,00%	
Gesamt:	2	8	5	6	8	5	17	8	3	9
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Angabe in %:	8,00%	32,00%	20,00%	24,00%	32,00%	20,00%	68,00%	32,00%	12,00%	36,00%
Differenz:	24,00%		4,00%		-12,00%		-36,00%		24,00%	
nicht beantwortet:	3	5	1	5	5	9	4	10	3	5
möglich richtige Antworten:	22	20	24	20	20	16	21	15	22	20
Angabe in %:	9,09%	40,00%	20,83%	30,00%	40,00%	31,25%	80,95%	53,33%	13,64%	45,00%
Differenz:	30,91%		9,17%		-8,75%		-27,62%		31,36%	

Calcaneus 5

Fragennummer	11.		12.		14.		15.1.		15.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	0	1	1	0	0	2	2	2	2
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	0	0	2	2	0	0	2	2	2	2
Angabe in %:	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
3-5 Jahre	2	3	1	1	2	2	7	8	7	7
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	25,00%	37,50%	12,50%	12,50%	25,00%	25,00%	87,50%	100,00%	87,50%	87,50%
Differenz:	12,50%		0,00%		0,00%		12,50%		0,00%	
nicht beantwortet:	4	4	1	0	5	6	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	4	4	7	8	3	2	8	8	8	8
Angabe in %:	50,00%	75,00%	14,29%	12,50%	66,67%	100,00%	87,50%	100,00%	87,50%	87,50%
Differenz:	25,00%		-1,79%		33,33%		12,50%		0,00%	
6-10 Jahre	4	6	2	2	7	8	5	5	8	8
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Angabe in %:	50,00%	75,00%	25,00%	25,00%	87,50%	100,00%	62,50%	62,50%	100,00%	100,00%
Differenz:	25,00%		0,00%		12,50%		0,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	6	6	8	8	7	8	8	8	8	8
Angabe in %:	66,67%	100,00%	25,00%	25,00%	100,00%	100,00%	62,50%	62,50%	100,00%	100,00%
Differenz:	33,33%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	
11-20 Jahre	4	4	1	3	4	5	3	3	4	5
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angabe in %:	80,00%	80,00%	20,00%	60,00%	80,00%	100,00%	60,00%	60,00%	80,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		40,00%		20,00%		0,00%		20,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
Angabe in %:	80,00%	80,00%	20,00%	60,00%	100,00%	100,00%	60,00%	60,00%	80,00%	100,00%
Differenz:	0,00%		40,00%		0,00%		0,00%		20,00%	
>20 Jahre	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Angabe in %:	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	100,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		50,00%		50,00%		0,00%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
Angabe in %:	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,00%		50,00%		0,00%	
Gesamt:	11	14	6	8	14	17	17	19	22	23
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Angabe in %:	44,00%	56,00%	24,00%	32,00%	56,00%	68,00%	68,00%	76,00%	88,00%	92,00%
Differenz:	12,00%		8,00%		12,00%		8,00%		4,00%	
nicht beantwortet:	8	8	1	0	10	8	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	17	17	24	25	15	17	25	25	25	25
Angabe in %:	64,71%	82,35%	25,00%	32,00%	93,33%	100,00%	68,00%	76,00%	88,00%	92,00%
Differenz:	17,65%		7,00%		6,67%		8,00%		4,00%	

Calcaneus 5

Fragennummer	15.3.		15.4.		2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
	2D	3D	2D	3D			
Dienstzeit							
1-2 Jahre	1	1	2	2	17	13	30
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	44	44	88
Angabe in %:	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	38,64%	29,55%	34,09%
Differenz:	0,00%		0,00%		-9,09%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	10	13	23
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	34	31	65
Angabe in %:	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	50,00%	41,94%	46,15%
Differenz:	0,00%		0,00%		-8,06%		
3-5 Jahre	3	3	8	8	78	69	147
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	176	176	352
Angabe in %:	37,50%	37,50%	100,00%	100,00%	44,32%	39,20%	41,76%
Differenz:	0,00%		0,00%		-5,11%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	24	35	59
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	152	141	293
Angabe in %:	37,50%	37,50%	100,00%	100,00%	51,32%	48,94%	50,17%
Differenz:	0,00%		0,00%		-2,38%		
6-10 Jahre	6	6	8	8	94	108	202
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	176	176	352
Angabe in %:	75,00%	75,00%	100,00%	100,00%	53,41%	61,36%	57,39%
Differenz:	0,00%		0,00%		7,95%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	15	15	30
möglich richtige Antworten:	8	8	8	8	161	161	322
Angabe in %:	75,00%	75,00%	100,00%	100,00%	58,39%	67,08%	62,73%
Differenz:	0,00%		0,00%		8,70%		
11-20 Jahre	3	4	5	5	58	73	131
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	110	110	220
Angabe in %:	60,00%	80,00%	100,00%	100,00%	52,73%	66,36%	59,55%
Differenz:	20,00%		0,00%		13,64%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	1	7	8
möglich richtige Antworten:	5	5	5	5	109	103	212
Angabe in %:	60,00%	80,00%	100,00%	100,00%	53,21%	70,87%	61,79%
Differenz:	20,00%		0,00%		17,66%		
>20 Jahre	1	1	2	2	25	26	51
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	44	44	88
Angabe in %:	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	56,82%	59,09%	57,95%
Differenz:	0,00%		0,00%		2,27%		
nicht beantwortet:	0	0			1	0	1
möglich richtige Antworten:	2	2	2	2	43	44	87
Angabe in %:	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	58,14%	59,09%	58,62%
Differenz:	0,00%		0,00%		0,95%		
Gesamt:	14	15	25	25	272	289	561
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	550	550	1100
Angabe in %:	56,00%	60,00%	100,00%	100,00%	49,45%	52,55%	51,00%
Differenz:	4,00%		0,00%		3,09%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	51	70	121
möglich richtige Antworten:	25	25	25	25	499	480	979
Angabe in %:	56,00%	60,00%	100,00%	100,00%	54,51%	60,21%	57,30%
Differenz:	4,00%		0,00%		5,70%		

Anhang 3

Fragennummer	13.1.			13.2.			16.			
Dienstzeit	sehr gut	gut	ungenügend	sehr gut	gut	ungenügend	sehr viele	viele	wenige	keine
1-2 Jahre	2	12	0	5	6	2	1	9	3	0
Arzteanzahl:		14			14			14		
nicht beantwortet:		0			1			1		
verbleibende Arzteanzahl:		14			13			13		
Angabe in %:	14,29%	85,71%	0,00%	38,46%	46,15%	15,38%	7,69%	69,23%	23,08%	0,00%
3-5 Jahre	0	5	0	1	3	1	0	2	2	1
Arzteanzahl:		5			5			5		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		5			5			5		
Angabe in %:	0,00%	100,00%	0,00%	20,00%	60,00%	20,00%	0,00%	40,00%	40,00%	20,00%
6-10 Jahre	5	1	0	3	3	0	0	0	2	2
Arzteanzahl:		6			6			6		
nicht beantwortet:		0			0			2		
verbleibende Arzteanzahl:		6			6			4		
Angabe in %:	83,33%	16,67%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
11-20 Jahre	1	1	0	1	1	0	0	0	3	1
Arzteanzahl:		4			4			4		
nicht beantwortet:		2			2			0		
verbleibende Arzteanzahl:		2			2			4		
Angabe in %:	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	75,00%	25,00%
>20 Jahre	3	0	0	2	1	0	0	0	1	1
Arzteanzahl:		3			3			3		
nicht beantwortet:		0			0			1		
verbleibende Arzteanzahl:		3			3			2		
Angabe in %:	100,00%	0,00%	0,00%	66,67%	33,33%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
Gesamt:	11	19	0	12	14	3	1	11	11	5
Arzteanzahl:		32			32			32		
nicht beantwortet:		2			3			4		
verbleibende Arzteanzahl:		30			29			28		
Angabe in %:	36,67%	63,33%	0,00%	41,38%	48,28%	10,34%	3,57%	39,29%	39,29%	17,86%

Anhang 4

Fragennummer	13.1.			13.2.			16.			
Dienstzeit	sehr gut	gut	ungenügend	sehr gut	gut	ungenügend	sehr viele	viele	wenige	keine
1-2 Jahre	2	12	0	3	5	0	0	10	1	0
Arzteanzahl:		14			14			14		
nicht beantwortet:		0			6			3		
verbleibende Arzteanzahl:		14			8			11		
Angabe in %:	14,29%	85,71%	0,00%	37,50%	62,50%	0,00%	0,00%	90,91%	9,09%	0,00%
3-5 Jahre	1	4	0	1	4	0	0	3	1	0
Arzteanzahl:		5			5			5		
nicht beantwortet:		0			0			1		
verbleibende Arzteanzahl:		5			5			4		
Angabe in %:	20,00%	80,00%	0,00%	20,00%	80,00%	0,00%	0,00%	75,00%	25,00%	0,00%
6-10 Jahre	3	3	0	3	3	0	0	2	2	1
Arzteanzahl:		6			6			6		
nicht beantwortet:		0			0			1		
verbleibende Arzteanzahl:		6			6			5		
Angabe in %:	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	40,00%	40,00%	20,00%
11-20 Jahre	2	2	0	2	2	0	0	1	3	0
Arzteanzahl:		4			4			4		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		4			4			4		
Angabe in %:	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	25,00%	75,00%	0,00%
>20 Jahre	2	1	0	1	2	0	0	0	2	1
Arzteanzahl:		3			3			3		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		3			2			3		
Angabe in %:	66,67%	33,33%	0,00%	50,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	66,67%	33,33%
Gesamt:	10	22	0	10	16	0	0	16	9	2
Arzteanzahl:		32			32			32		
nicht beantwortet:		0			6			5		
verbleibende Arzteanzahl:		32			26			27		
Angabe in %:	31,25%	68,75%	0,00%	38,46%	61,54%	0,00%	0,00%	59,26%	33,33%	7,41%

Anhang 5

Fragennummer	13.1.			13.2.			16.			
	sehr gut	gut	ungenügend	sehr gut	gut	ungenügend	sehr viele	viele	wenige	keine
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	12	1	7	4	2	0	8	3	0
Arzteanzahl:		14			14			14		
nicht beantwortet:		1			1			3		
verbleibende Arzteanzahl:		13			13			11		
Angabe in %:	0,00%	92,31%	7,69%	53,85%	30,77%	15,38%	0,00%	72,73%	27,27%	0,00%
3-5 Jahre	1	7	0	0	8	0	0	3	4	0
Arzteanzahl:		8			8			8		
nicht beantwortet:		0			0			1		
verbleibende Arzteanzahl:		8			8			7		
Angabe in %:	12,50%	87,50%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%
6-10 Jahre	3	5	0	4	4	0	1	2	4	1
Arzteanzahl:		8			8			8		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		8			8			8		
Angabe in %:	37,50%	62,50%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	12,50%	25,00%	50,00%	12,50%
11-20 Jahre	3	3	0	0	4	2	0	2	1	3
Arzteanzahl:		6			6			6		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		6			6			6		
Angabe in %:	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	66,67%	33,33%	0,00%	33,33%	16,67%	50,00%
>20 Jahre	3	1	0	1	3	0	0	0	2	2
Arzteanzahl:		4			4			4		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		4			4			4		
Angabe in %:	75,00%	25,00%	0,00%	25,00%	75,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
Gesamt:	10	28	1	12	23	4	1	15	14	6
Arzteanzahl:		40			40			40		
nicht beantwortet:		1			1			4		
verbleibende Arzteanzahl:		39			39			36		
Angabe in %:	25,64%	71,79%	2,56%	30,77%	58,97%	10,26%	2,78%	41,67%	38,89%	16,67%

Anhang 6

Fragennummer	13.1.			13.2.			16.			
	sehr gut	gut	ungenügend	sehr gut	gut	ungenügend	sehr viele	viele	wenige	keine
Dienstzeit										
1-2 Jahre	2	11	0	5	9	1	1	8	5	0
Arzteanzahl:		15			15			15		
nicht beantwortet:		2			0			1		
verbleibende Arzteanzahl:		13			15			14		
Angabe in %:	15,38%	84,62%	0,00%	33,33%	60,00%	6,67%	7,14%	57,14%	35,71%	0,00%
3-5 Jahre	0	13	0	1	8	4	0	3	9	1
Arzteanzahl:		13			13			13		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		13			13			13		
Angabe in %:	0,00%	100,00%	0,00%	7,69%	61,54%	30,77%	0,00%	23,08%	69,23%	7,69%
6-10 Jahre	8	6	0	3	8	1	0	4	7	2
Arzteanzahl:		14			14			14		
nicht beantwortet:		0			2			1		
verbleibende Arzteanzahl:		14			13			13		
Angabe in %:	57,14%	42,86%	0,00%	23,08%	61,54%	7,69%	0,00%	30,77%	53,85%	15,38%
11-20 Jahre	3	6	0	3	3	0	1	6	1	1
Arzteanzahl:		9			9			9		
nicht beantwortet:		0			3			0		
verbleibende Arzteanzahl:		9			6			9		
Angabe in %:	33,33%	66,67%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	11,11%	66,67%	11,11%	11,11%
>20 Jahre	3	2	0	4	1	0	0	3	2	0
Arzteanzahl:		5			5			5		
nicht beantwortet:		0			0			0		
verbleibende Arzteanzahl:		5			5			5		
Angabe in %:	60,00%	40,00%	0,00%	80,00%	20,00%	0,00%	0,00%	60,00%	40,00%	0,00%
Gesamt:	16	38	0	16	29	6	2	24	24	4
Arzteanzahl:		56			56			56		
nicht beantwortet:		2			5			2		
verbleibende Arzteanzahl:		54			51			54		
Angabe in %:	29,63%	70,37%	0,00%	31,37%	56,86%	11,76%	3,70%	44,44%	44,44%	7,41%

Anhang 7

Fragennummer	13.1.			13.2.			16.			
	sehr gut	gut	ungenügend	sehr gut	gut	ungenügend	sehr viele	viele	wenige	keine
Dienstzeit										
1-2 Jahre	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1
Arzteanzahl:		2			2				2	
nicht beantwortet:		0			0				0	
verbleibende Arzteanzahl:		2			2				2	
Angabe in %:	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
3-5 Jahre	1	7	0	0	4	4	0	1	3	3
Arzteanzahl:		8			8				8	
nicht beantwortet:		0			0				1	
verbleibende Arzteanzahl:		8			8				7	
Angabe in %:	12,50%	87,50%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	14,29%	42,86%	42,86%
6-10 Jahre	5	3	0	0	5	3	0	1	2	5
Arzteanzahl:		8			8				8	
nicht beantwortet:		0			0				0	
verbleibende Arzteanzahl:		8			8				8	
Angabe in %:	62,50%	37,50%	0,00%	0,00%	62,50%	37,50%	0,00%	12,50%	25,00%	62,50%
11-20 Jahre	3	2	0	0	3	2	1	0	2	2
Arzteanzahl:		5			5				5	
nicht beantwortet:		0			0				0	
verbleibende Arzteanzahl:		5			5				5	
Angabe in %:	60,00%	40,00%	0,00%	0,00%	60,00%	40,00%	20,00%	0,00%	40,00%	40,00%
>20 Jahre	1	1	0	1	0	1	0	0	2	0
Arzteanzahl:		2			2				2	
nicht beantwortet:		0			0				0	
verbleibende Arzteanzahl:		2			2				2	
Angabe in %:	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Gesamt:	10	15	0	1	13	11	1	2	10	11
Arzteanzahl:		25			25				25	
nicht beantwortet:		0			0				1	
verbleibende Arzteanzahl:		25			25				24	
Angabe in %:	40,00%	60,00%	0,00%	4,00%	52,00%	44,00%	4,17%	8,33%	41,67%	45,83%

Anhang 8

Fragennummer	1.		2.		3.1.		3.2.		4.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	28	26	52	52	30	25	35	35	39	42
möglich richtige Antworten:	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Angabe in %:	47,46%	44,07%	88,14%	88,14%	50,85%	42,37%	59,32%	59,32%	66,10%	71,19%
Differenz:	-3,39%		0,00%		-8,47%		0,00%		5,08%	
nicht beantwortet:	0	0	2	2	0	0	2	1	11	10
möglich richtige Antworten:	59	59	57	57	59	59	57	58	48	49
Angabe in %:	47,46%	44,07%	91,23%	91,23%	50,85%	42,37%	61,40%	60,34%	81,25%	85,71%
Differenz:	-3,39%		0,00%		-8,47%		-1,06%		4,46%	
3-5 Jahre	10	15	35	32	15	14	15	14	23	27
möglich richtige Antworten:	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Angabe in %:	25,64%	38,46%	89,74%	82,05%	38,46%	35,90%	38,46%	35,90%	58,97%	69,23%
Differenz:	12,82%		-7,69%		-2,56%		-2,56%		10,26%	
nicht beantwortet:	0	0	0	1	0	1	0	3	7	2
möglich richtige Antworten:	39	39	39	38	39	38	39	36	32	37
Angabe in %:	25,64%	38,46%	89,74%	84,21%	38,46%	36,84%	38,46%	38,89%	71,88%	72,97%
Differenz:	12,82%		-5,53%		-1,62%		0,43%		1,10%	
6-10 Jahre	14	17	42	39	22	19	26	31	27	29
möglich richtige Antworten:	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Angabe in %:	33,33%	40,48%	100,00%	92,86%	52,38%	45,24%	61,90%	73,81%	64,29%	69,05%
Differenz:	7,14%		-7,14%		-7,14%		11,90%		4,76%	
nicht beantwortet:	1	0	0	0	1	0	1	0	3	2
möglich richtige Antworten:	41	42	42	42	41	42	41	42	39	40
Angabe in %:	34,15%	40,48%	100,00%	92,86%	53,66%	45,24%	63,41%	73,81%	69,23%	72,50%
Differenz:	6,33%		-7,14%		-8,42%		10,39%		3,27%	
11-20 Jahre	13	14	24	21	14	15	16	14	19	16
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Angabe in %:	46,43%	50,00%	85,71%	75,00%	50,00%	53,57%	57,14%	50,00%	67,86%	57,14%
Differenz:	3,57%		-10,71%		3,57%		-7,14%		-10,71%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27
Angabe in %:	46,43%	50,00%	85,71%	75,00%	50,00%	53,57%	57,14%	50,00%	67,86%	59,26%
Differenz:	3,57%		-10,71%		3,57%		-7,14%		-8,60%	
>20 Jahre	6	6	17	16	10	9	11	9	11	13
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Angabe in %:	35,29%	35,29%	100,00%	94,12%	58,82%	52,94%	64,71%	52,94%	64,71%	76,47%
Differenz:	0,00%		-5,88%		-5,88%		-11,76%		11,76%	
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Angabe in %:	35,29%	35,29%	100,00%	94,12%	58,82%	52,94%	64,71%	52,94%	64,71%	76,47%
Differenz:	0,00%		-5,88%		-5,88%		-11,76%		11,76%	
Gesamt:	71	78	170	160	91	82	103	103	119	127
möglich richtige Antworten:	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Angabe in %:	38,38%	42,16%	91,89%	86,49%	49,19%	44,32%	55,68%	55,68%	64,32%	68,65%
Differenz:	3,78%		-5,41%		-4,86%		0,00%		4,32%	
nicht beantwortet:	1	0	2	3	1	1	3	4	19	15
möglich richtige Antworten:	184	185	183	182	184	184	182	181	166	170
Angabe in %:	38,59%	42,16%	92,90%	87,91%	49,46%	44,57%	56,59%	56,91%	71,69%	74,71%
Differenz:	3,58%		-4,98%		-4,89%		0,31%		3,02%	

Fragennummer	5.		6.		7.		8.		9.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	35	41	29	37	37	34	23	26	36	36
möglich richtige Antworten:	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Angabe in %:	59,32%	69,49%	49,15%	62,71%	62,71%	57,63%	38,98%	44,07%	61,02%	61,02%
Differenz:		10,17%		13,56%		-5,08%		5,08%		0,00%
nicht beantwortet:	0	0	2	0	2	0	13	13	18	17
möglich richtige Antworten:	59	59	57	59	57	59	46	46	41	42
Angabe in %:	59,32%	69,49%	50,88%	62,71%	64,91%	57,63%	50,00%	56,52%	87,80%	85,71%
Differenz:		10,17%		11,83%		-7,29%		6,52%		-2,09%
3-5 Jahre	24	24	18	16	20	19	12	13	26	23
möglich richtige Antworten:	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Angabe in %:	61,54%	61,54%	46,15%	41,03%	51,28%	48,72%	30,77%	33,33%	66,67%	58,97%
Differenz:		0,00%		-5,13%		-2,56%		2,56%		-7,69%
nicht beantwortet:	1	0	0	0	3	0	8	8	12	11
möglich richtige Antworten:	38	39	39	39	36	39	31	31	27	28
Angabe in %:	63,16%	61,54%	46,15%	41,03%	55,56%	48,72%	38,71%	41,94%	96,30%	82,14%
Differenz:		-1,62%		-5,13%		-6,84%		3,23%		-14,15%
6-10 Jahre	27	30	26	22	23	24	23	24	30	32
möglich richtige Antworten:	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Angabe in %:	64,29%	71,43%	61,90%	52,38%	54,76%	57,14%	54,76%	57,14%	71,43%	76,19%
Differenz:		7,14%		-9,52%		2,38%		2,38%		4,76%
nicht beantwortet:	1	0	1	0	2	0	4	0	5	2
möglich richtige Antworten:	41	42	41	42	40	42	38	42	37	40
Angabe in %:	65,85%	71,43%	63,41%	52,38%	57,50%	57,14%	60,53%	57,14%	81,08%	80,00%
Differenz:		5,57%		-11,03%		-0,36%		-3,38%		-1,08%
11-20 Jahre	15	18	18	19	16	16	17	18	24	23
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Angabe in %:	53,57%	64,29%	64,29%	67,86%	57,14%	57,14%	60,71%	64,29%	85,71%	82,14%
Differenz:		10,71%		3,57%		0,00%		3,57%		-3,57%
nicht beantwortet:	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1
möglich richtige Antworten:	26	28	28	28	26	28	28	28	27	27
Angabe in %:	57,69%	64,29%	64,29%	67,86%	61,54%	57,14%	60,71%	64,29%	88,89%	85,19%
Differenz:		6,59%		3,57%		-4,40%		3,57%		-3,70%
>20 Jahre	11	10	10	10	13	11	11	9	15	11
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Angabe in %:	64,71%	58,82%	58,82%	58,82%	76,47%	64,71%	64,71%	52,94%	88,24%	64,71%
Differenz:		-5,88%		0,00%		-11,76%		-11,76%		-23,53%
nicht beantwortet:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Angabe in %:	64,71%	58,82%	58,82%	58,82%	76,47%	64,71%	64,71%	52,94%	88,24%	64,71%
Differenz:		-5,88%		0,00%		-11,76%		-11,76%		-23,53%
Gesamt:	112	123	101	104	109	104	86	90	131	125
möglich richtige Antworten:	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Angabe in %:	60,54%	66,49%	54,59%	56,22%	58,92%	56,22%	46,49%	48,65%	70,81%	67,57%
Differenz:		5,95%		1,62%		-2,70%		2,16%		-3,24%
nicht beantwortet:	4	0	3	0	10	0	26	21	36	31
möglich richtige Antworten:	181	185	182	185	175	185	159	164	149	154
Angabe in %:	61,88%	66,49%	55,49%	56,22%	62,29%	56,22%	54,09%	54,88%	87,92%	81,17%
Differenz:		4,61%		0,72%		-6,07%		0,79%		-6,75%

Fragennummer	10.1.1.		10.1.2.		10.2.1.1.		10.2.1.2.		10.2.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	26	35	32	30	22	22	38	36	26	29
möglich richtige Antworten:	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Angabe in %:	44,07%	59,32%	54,24%	50,85%	37,29%	37,29%	64,41%	61,02%	44,07%	49,15%
Differenz:		15,25%		-3,39%		0,00%		-3,39%		5,08%
nicht beantwortet:	2	1	6	5	2	2	6	6	5	5
möglich richtige Antworten:	57	58	53	54	57	57	53	53	54	54
Angabe in %:	45,61%	60,34%	60,38%	55,56%	38,60%	38,60%	71,70%	67,92%	48,15%	53,70%
Differenz:		14,73%		-4,82%		0,00%		-3,77%		5,56%
3-5 Jahre	18	21	13	18	17	16	23	18	8	13
möglich richtige Antworten:	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Angabe in %:	46,15%	53,85%	33,33%	46,15%	43,59%	41,03%	58,97%	46,15%	20,51%	33,33%
Differenz:		7,69%		12,82%		-2,56%		-12,82%		12,82%
nicht beantwortet:	4	2	4	2	7	4	5	4	10	11
möglich richtige Antworten:	35	37	35	37	32	35	34	35	29	28
Angabe in %:	51,43%	56,76%	37,14%	48,65%	53,13%	45,71%	67,65%	51,43%	27,59%	46,43%
Differenz:		5,33%		11,51%		-7,41%		-16,22%		18,84%
6-10 Jahre	22	28	18	19	14	18	26	23	20	23
möglich richtige Antworten:	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Angabe in %:	52,38%	66,67%	42,86%	45,24%	33,33%	42,86%	61,90%	54,76%	47,62%	54,76%
Differenz:		14,29%		2,38%		9,52%		-7,14%		7,14%
nicht beantwortet:	3	2	1	3	3	6	2	9	4	4
möglich richtige Antworten:	39	40	41	39	39	36	40	33	38	38
Angabe in %:	56,41%	70,00%	43,90%	48,72%	35,90%	50,00%	65,00%	69,70%	52,63%	60,53%
Differenz:		13,59%		4,82%		14,10%		4,70%		7,89%
11-20 Jahre	11	17	15	16	13	14	19	20	14	17
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Angabe in %:	39,29%	60,71%	53,57%	57,14%	46,43%	50,00%	67,86%	71,43%	50,00%	60,71%
Differenz:		21,43%		3,57%		3,57%		3,57%		10,71%
nicht beantwortet:	0	1	1	2	1	4	3	4	4	4
möglich richtige Antworten:	28	27	27	26	27	24	25	24	24	24
Angabe in %:	39,29%	62,96%	55,56%	61,54%	48,15%	58,33%	76,00%	83,33%	58,33%	70,83%
Differenz:		23,68%		5,98%		10,19%		7,33%		12,50%
>20 Jahre	10	10	13	14	6	4	16	16	10	11
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Angabe in %:	58,82%	58,82%	76,47%	82,35%	35,29%	23,53%	94,12%	94,12%	58,82%	64,71%
Differenz:		0,00%		5,88%		-11,76%		0,00%		5,88%
nicht beantwortet:	1	0	1	0	0	3	0	0	1	1
möglich richtige Antworten:	16	17	16	17	17	14	17	17	16	16
Angabe in %:	62,50%	58,82%	81,25%	82,35%	35,29%	28,57%	94,12%	94,12%	62,50%	68,75%
Differenz:		-3,68%		1,10%		-6,72%		0,00%		6,25%
Gesamt:	87	111	91	97	72	74	122	113	78	93
möglich richtige Antworten:	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Angabe in %:	47,03%	60,00%	49,19%	52,43%	38,92%	40,00%	65,95%	61,08%	42,16%	50,27%
Differenz:		12,97%		3,24%		1,08%		-4,86%		8,11%
nicht beantwortet:	9	6	12	12	14	18	17	23	25	27
möglich richtige Antworten:	176	179	173	173	171	167	168	162	160	158
Angabe in %:	49,43%	62,01%	52,60%	56,07%	42,11%	44,31%	72,62%	69,75%	48,75%	58,86%
Differenz:		12,58%		3,47%		2,21%		-2,87%		10,11%

Fragennummer	11.		12.		14.		15.1.		15.2.	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D	2D	3D
Dienstzeit										
1-2 Jahre	12	13	36	37	20	20	44	45	57	54
möglich richtige Antworten:	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Angabe in %:	20,34%	22,03%	61,02%	62,71%	33,90%	33,90%	74,58%	76,27%	96,61%	91,53%
Differenz:		1,69%		1,69%		0,00%		1,69%		-5,08%
nicht beantwortet:	37	36	4	0	26	26	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	22	23	55	59	33	33	59	59	59	59
Angabe in %:	54,55%	56,52%	65,45%	62,71%	60,61%	60,61%	74,58%	76,27%	96,61%	91,53%
Differenz:		1,98%		-2,74%		0,00%		1,69%		-5,08%
3-5 Jahre	6	7	21	29	11	12	32	26	30	30
möglich richtige Antworten:	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Angabe in %:	15,38%	17,95%	53,85%	74,36%	28,21%	30,77%	82,05%	66,67%	76,92%	76,92%
Differenz:		2,56%		20,51%		2,56%		-15,38%		0,00%
nicht beantwortet:	16	18	1	0	17	17	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	23	21	38	39	22	22	39	39	39	39
Angabe in %:	26,09%	33,33%	55,26%	74,36%	50,00%	54,55%	82,05%	66,67%	76,92%	76,92%
Differenz:		7,25%		19,10%		4,55%		-15,38%		0,00%
6-10 Jahre	12	14	27	31	22	23	30	28	38	37
möglich richtige Antworten:	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Angabe in %:	28,57%	33,33%	64,29%	73,81%	52,38%	54,76%	71,43%	66,67%	90,48%	88,10%
Differenz:		4,76%		9,52%		2,38%		-4,76%		-2,38%
nicht beantwortet:	10	12	0	0	4	3	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	32	30	42	42	38	39	42	42	42	42
Angabe in %:	37,50%	46,67%	64,29%	73,81%	57,89%	58,97%	71,43%	66,67%	90,48%	88,10%
Differenz:		9,17%		9,52%		1,08%		-4,76%		-2,38%
11-20 Jahre	13	16	21	23	16	15	22	17	26	26
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Angabe in %:	46,43%	57,14%	75,00%	82,14%	57,14%	53,57%	78,57%	60,71%	92,86%	92,86%
Differenz:		10,71%		7,14%		-3,57%		-17,86%		0,00%
nicht beantwortet:	0	3	0	0	2	2	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	28	25	28	28	26	26	28	28	28	28
Angabe in %:	46,43%	64,00%	75,00%	82,14%	61,54%	57,69%	78,57%	60,71%	92,86%	92,86%
Differenz:		17,57%		7,14%		-3,85%		-17,86%		0,00%
>20 Jahre	7	7	11	12	10	11	4	5	13	13
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Angabe in %:	41,18%	41,18%	64,71%	70,59%	58,82%	64,71%	23,53%	29,41%	76,47%	76,47%
Differenz:		0,00%		5,88%		5,88%		5,88%		0,00%
nicht beantwortet:	3	6	0	0	1	0	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	14	11	17	17	16	17	17	17	17	17
Angabe in %:	50,00%	63,64%	64,71%	70,59%	62,50%	64,71%	23,53%	29,41%	76,47%	76,47%
Differenz:		13,64%		5,88%		2,21%		5,88%		0,00%
Gesamt:	50	57	116	132	79	81	132	121	164	160
möglich richtige Antworten:	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Angabe in %:	27,03%	30,81%	62,70%	71,35%	42,70%	43,78%	71,35%	65,41%	88,65%	86,49%
Differenz:		3,78%		8,65%		1,08%		-5,95%		-2,16%
nicht beantwortet:	67	76	5	0	52	51	0	0	0	0
möglich richtige Antworten:	118	109	180	185	133	134	185	185	185	185
Angabe in %:	42,37%	52,29%	64,44%	71,35%	59,40%	60,45%	71,35%	65,41%	88,65%	86,49%
Differenz:		9,92%		6,91%		1,05%		-5,95%		-2,16%

Fragennummer	15.3.		15.4.		Gesamt:		
	2D	3D	2D	3D	2D	3D	Summe
Dienstzeit							
1-2 Jahre	29	30	42	44	728	749	1477
möglich richtige Antworten:	59	59	59	59	1298	1298	2596
Angabe in %:	49,15%	50,85%	71,19%	74,58%	56,09%	57,70%	56,90%
Differenz:	1,69%		3,39%		1,62%		
nicht beantwortet:	0	0	1	1	139	125	264
möglich richtige Antworten:	59	59	58	58	1159	1173	2332
Angabe in %:	49,15%	50,85%	72,41%	75,86%	62,81%	63,85%	63,34%
Differenz:	1,69%		3,45%		1,04%		
3-5 Jahre	19	20	27	28	423	435	858
möglich richtige Antworten:	39	39	39	39	858	858	1716
Angabe in %:	48,72%	51,28%	69,23%	71,79%	49,30%	50,70%	50,00%
Differenz:	2,56%		2,56%		1,40%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	95	84	179
möglich richtige Antworten:	39	39	39	39	763	774	1537
Angabe in %:	48,72%	51,28%	69,23%	71,79%	55,44%	56,20%	55,82%
Differenz:	2,56%		2,56%		0,76%		
6-10 Jahre	24	24	28	27	541	562	1103
möglich richtige Antworten:	42	42	42	42	924	924	1848
Angabe in %:	57,14%	57,14%	66,67%	64,29%	58,55%	60,82%	59,69%
Differenz:	0,00%		-2,38%		2,27%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	46	43	89
möglich richtige Antworten:	42	42	42	42	878	881	1759
Angabe in %:	57,14%	57,14%	66,67%	64,29%	61,62%	63,79%	62,71%
Differenz:	0,00%		-2,38%		2,17%		
11-20 Jahre	21	21	20	19	387	395	782
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	616	616	1232
Angabe in %:	75,00%	75,00%	71,43%	67,86%	62,82%	64,12%	63,47%
Differenz:	0,00%		-3,57%		1,30%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	16	22	38
möglich richtige Antworten:	28	28	28	28	600	594	1194
Angabe in %:	75,00%	75,00%	71,43%	67,86%	64,50%	66,50%	65,49%
Differenz:	0,00%		-3,57%		2,00%		
>20 Jahre	8	8	9	9	232	224	456
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	374	374	748
Angabe in %:	47,06%	47,06%	52,94%	52,94%	62,03%	59,89%	60,96%
Differenz:	0,00%		0,00%		-2,14%		
nicht beantwortet:	0	0	0	0	7	10	17
möglich richtige Antworten:	17	17	17	17	367	364	731
Angabe in %:	47,06%	47,06%	52,94%	52,94%	63,22%	61,54%	62,38%
Differenz:	0,00%		0,00%		-1,68%		
Gesamt:	101	103	126	127	2311	2365	4676
möglich richtige Antworten:	185	185	185	185	4070	4070	8140
Angabe in %:	54,59%	55,68%	68,11%	68,65%	56,78%	58,11%	57,44%
Differenz:	1,08%		0,54%		1,33%		
nicht beantwortet:	0	0	1	1	307	289	596
möglich richtige Antworten:	185	185	184	184	3763	3781	7544
Angabe in %:	54,59%	55,68%	68,48%	69,02%	61,41%	62,55%	61,98%
Differenz:	1,08%		0,54%		1,14%		

Anhang 9

Fragenkomplex	Pathologie der Fraktur		Gelenkbeteiligung		Operationsplanung	
Dienstzeit	2D	3D	2D	3D	2D	3D
1-2J	392	404	144	152	192	193
möglich richtige Antworten:	708	708	295	295	295	295
Angabe in %:	55,37%	57,06%	48,81%	51,53%	65,08%	65,42%
Differenz:	1,69%		2,71%		0,34%	
nicht beantwortet:	91	79	21	19	27	27
möglich richtige Antworten:	617	629	274	276	268	268
Angabe in %:	63,53%	64,23%	52,55%	55,07%	71,64%	72,01%
Differenz:	0,70%		2,52%		0,37%	
3-5J	225	233	79	86	119	116
möglich richtige Antworten:	468	468	195	195	195	195
Angabe in %:	48,08%	49,79%	40,51%	44,10%	61,03%	59,49%
Differenz:	1,71%		3,59%		-1,54%	
nicht beantwortet:	48	44	30	23	17	17
möglich richtige Antworten:	420	424	165	172	178	178
Angabe in %:	53,57%	54,95%	47,88%	50,00%	66,85%	65,17%
Differenz:	1,38%		2,12%		-1,69%	
6-10J	299	312	100	111	142	139
möglich richtige Antworten:	504	504	210	210	210	210
Angabe in %:	59,33%	61,90%	47,62%	52,86%	67,62%	66,19%
Differenz:	2,58%		5,24%		-1,43%	
nicht beantwortet:	29	16	13	24	4	3
möglich richtige Antworten:	475	488	197	186	206	207
Angabe in %:	62,95%	63,93%	50,76%	59,68%	68,93%	67,15%
Differenz:	0,99%		8,92%		-1,78%	
11-20J	210	213	72	84	105	98
möglich richtige Antworten:	336	336	140	140	140	140
Angabe in %:	62,50%	63,39%	51,43%	60,00%	75,00%	70,00%
Differenz:	0,89%		8,57%		-5,00%	
nicht beantwortet:	5	5	9	15	2	2
möglich richtige Antworten:	331	331	131	125	138	138
Angabe in %:	63,44%	64,35%	54,96%	67,20%	76,09%	71,01%
Differenz:	0,91%		12,24%		-5,07%	
>20J	133	123	55	55	44	46
möglich richtige Antworten:	204	204	85	85	85	85
Angabe in %:	65,20%	60,29%	64,71%	64,71%	51,76%	54,12%
Differenz:	-4,90%		0,00%		2,35%	
nicht beantwortet:	3	6	3	4	1	0
möglich richtige Antworten:	201	198	82	81	84	85
Angabe in %:	66,17%	62,12%	67,07%	67,90%	52,38%	54,12%
Differenz:	-4,05%		0,83%		1,74%	
Gesamt:	1259	1285	450	488	602	592
möglich richtige Antworten:	2220	2220	925	925	925	925
Angabe in %:	56,71%	57,88%	48,65%	52,76%	65,08%	64,00%
Differenz:	1,17%		4,11%		-1,08%	
nicht beantwortet:	177	151	77	86	53	52
möglich richtige Antworten:	2043	2069	848	839	872	873
Angabe in %:	61,63%	62,11%	53,07%	58,16%	69,04%	67,81%
Differenz:	0,48%		5,10%		-1,22%	

Anhang 10

Calcaneus	Calcaneus 1			Calcaneus 2		
	2D gesamt	3D gesamt	2D&3D	2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
Dienstzeit						
1-2 Jahre	152	156	308	253	250	503
möglich richtige Antworten:	308	308	616	308	308	616
Angabe in %:	49,35%	50,65%	50,00%	82,14%	81,17%	81,66%
Differenz:		1,30%			-0,97%	
nicht beantwortet:	39	31	70	21	18	39
möglich richtige Antworten:	269	277	546	287	290	577
Angabe in %:	56,51%	56,32%	56,41%	88,15%	86,21%	87,18%
Differenz:		-0,19%			-1,95%	
3-5 Jahre	50	54	104	88	91	179
möglich richtige Antworten:	110	110	220	110	110	220
Angabe in %:	45,45%	49,09%	47,27%	80,00%	82,73%	81,36%
Differenz:		3,64%			2,73%	
nicht beantwortet:	14	8	22	4	4	8
möglich richtige Antworten:	96	102	198	106	106	212
Angabe in %:	52,08%	52,94%	52,53%	83,02%	85,85%	84,43%
Differenz:		0,86%			2,83%	
6-10 Jahre	87	83	170	115	115	230
möglich richtige Antworten:	132	132	264	132	132	264
Angabe in %:	65,91%	62,88%	64,39%	87,12%	87,12%	87,12%
Differenz:		-3,03%			0,00%	
nicht beantwortet:	6	9	15	0	2	2
möglich richtige Antworten:	126	123	249	132	130	262
Angabe in %:	69,05%	67,48%	68,27%	87,12%	88,46%	87,79%
Differenz:		-1,57%			1,34%	
11-20 Jahre	62	69	131	79	75	154
möglich richtige Antworten:	88	88	176	88	88	176
Angabe in %:	70,45%	78,41%	74,43%	89,77%	85,23%	87,50%
Differenz:		7,95%			-4,55%	
nicht beantwortet:	4	1	5	0	3	3
möglich richtige Antworten:	84	87	171	88	85	173
Angabe in %:	73,81%	79,31%	76,61%	89,77%	88,24%	89,02%
Differenz:		5,50%			-1,54%	
>20 Jahre	42	40	82	61	59	120
möglich richtige Antworten:	66	66	132	66	66	132
Angabe in %:	63,64%	60,61%	62,12%	92,42%	89,39%	90,91%
Differenz:		-3,03%			-3,03%	
nicht beantwortet:	1	3	4	1	1	2
möglich richtige Antworten:	65	63	128	65	65	130
Angabe in %:	64,62%	63,49%	64,06%	93,85%	90,77%	92,31%
Differenz:		-1,12%			-3,08%	
Gesamt:	393	402	795	596	590	1186
möglich richtige Antworten:	704	704	1408	704	704	1408
Angabe in %:	55,82%	57,10%	56,46%	84,66%	83,81%	84,23%
Differenz:		1,28%			-0,85%	
nicht beantwortet:	64	52	116	26	28	54
möglich richtige Antworten:	640	652	1292	678	676	1354
Angabe in %:	61,41%	61,66%	61,53%	87,91%	87,28%	87,59%
Differenz:		0,25%			-0,63%	

Calcaneus	Calcaneus 3			Calcaneus 4		
	2D gesamt	3D gesamt	2D&3D	2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
Dienstzeit						
1-2 Jahre	163	161	324	143	169	312
möglich richtige Antworten:	308	308	616	330	330	660
Angabe in %:	52,92%	52,27%	52,60%	43,33%	51,21%	47,27%
Differenz:	-0,65%			7,88%		
nicht beantwortet:	30	28	58	39	35	74
möglich richtige Antworten:	278	280	558	291	295	586
Angabe in %:	58,63%	57,50%	58,06%	49,14%	57,29%	53,24%
Differenz:	-1,13%			8,15%		
3-5 Jahre	87	87	174	120	134	254
möglich richtige Antworten:	176	176	352	286	286	572
Angabe in %:	49,43%	49,43%	49,43%	41,96%	46,85%	44,41%
Differenz:	0,00%			4,90%		
nicht beantwortet:	19	12	31	34	25	59
möglich richtige Antworten:	157	164	321	252	261	513
Angabe in %:	55,41%	53,05%	54,21%	47,62%	51,34%	49,51%
Differenz:	-2,37%			3,72%		
6-10 Jahre	109	107	216	136	149	285
möglich richtige Antworten:	176	176	352	308	308	616
Angabe in %:	61,93%	60,80%	61,36%	44,16%	48,38%	46,27%
Differenz:	-1,14%			4,22%		
nicht beantwortet:	9	7	16	16	10	26
möglich richtige Antworten:	167	169	336	292	298	590
Angabe in %:	65,27%	63,31%	64,29%	46,58%	50,00%	48,31%
Differenz:	-1,96%			3,42%		
11-20 Jahre	88	77	165	100	101	201
möglich richtige Antworten:	132	132	264	198	198	396
Angabe in %:	66,67%	58,33%	62,50%	50,51%	51,01%	50,76%
Differenz:	-8,33%			0,51%		
nicht beantwortet:	0	5	5	11	6	17
möglich richtige Antworten:	132	127	259	187	192	379
Angabe in %:	66,67%	60,63%	63,71%	53,48%	52,60%	53,03%
Differenz:	-6,04%			-0,87%		
>20 Jahre	54	46	100	50	53	103
möglich richtige Antworten:	88	88	176	110	110	220
Angabe in %:	61,36%	52,27%	56,82%	45,45%	48,18%	46,82%
Differenz:	-9,09%			2,73%		
nicht beantwortet:	1	2	3	3	4	7
möglich richtige Antworten:	87	86	173	107	106	213
Angabe in %:	62,07%	53,49%	57,80%	46,73%	50,00%	48,36%
Differenz:	-8,58%			3,27%		
Gesamt:	501	478	979	549	606	1155
möglich richtige Antworten:	880	880	1760	1232	1232	2464
Angabe in %:	56,93%	54,32%	55,63%	44,56%	49,19%	46,88%
Differenz:	-2,61%			4,63%		
nicht beantwortet:	59	54	113	107	85	192
möglich richtige Antworten:	821	826	1647	1125	1147	2272
Angabe in %:	61,02%	57,87%	59,44%	48,80%	52,83%	50,84%
Differenz:	-3,15%			4,03%		

Calcaneus	Calcaneus 5			Gesamt:		
	2D gesamt	3D gesamt	2D&3D	2D gesamt	3D gesamt	2D&3D
Dienstzeit						
1-2 Jahre	17	13	30	728	749	1477
möglich richtige Antworten:	44	44	88	1298	1298	2596
Angabe in %:	38,64%	29,55%	34,09%	56,09%	57,70%	56,90%
Differenz:	-9,09%			1,62%		
nicht beantwortet:	10	13	23	139	125	264
möglich richtige Antworten:	34	31	65	1159	1173	2332
Angabe in %:	50,00%	41,94%	46,15%	62,81%	63,85%	63,34%
Differenz:	-8,06%			1,04%		
3-5 Jahre	78	69	147	423	435	858
möglich richtige Antworten:	176	176	352	858	858	1716
Angabe in %:	44,32%	39,20%	41,76%	49,30%	50,70%	50,00%
Differenz:	-5,11%			1,40%		
nicht beantwortet:	24	35	59	95	84	179
möglich richtige Antworten:	152	141	293	763	774	1537
Angabe in %:	51,32%	48,94%	50,17%	55,44%	56,20%	55,82%
Differenz:	-2,38%			0,76%		
6-10 Jahre	94	108	202	541	562	1103
möglich richtige Antworten:	176	176	352	924	924	1848
Angabe in %:	53,41%	61,36%	57,39%	58,55%	60,82%	59,69%
Differenz:	7,95%			2,27%		
nicht beantwortet:	15	15	30	46	43	89
möglich richtige Antworten:	161	161	322	878	881	1759
Angabe in %:	58,39%	67,08%	62,73%	61,62%	63,79%	62,71%
Differenz:	8,70%			2,17%		
11-20 Jahre	58	73	131	387	395	782
möglich richtige Antworten:	110	110	220	616	616	1232
Angabe in %:	52,73%	66,36%	59,55%	62,82%	64,12%	63,47%
Differenz:	13,64%			1,30%		
nicht beantwortet:	1	7	8	28,11	22	50,11
möglich richtige Antworten:	109	103	212	600	594	1194
Angabe in %:	53,21%	70,87%	61,79%	64,50%	66,50%	65,49%
Differenz:	17,66%			2,00%		
>20 Jahre	25	26	51	232	224	456
möglich richtige Antworten:	44	44	88	374	374	748
Angabe in %:	56,82%	59,09%	57,95%	62,03%	59,89%	60,96%
Differenz:	2,27%			-2,14%		
nicht beantwortet:	1	0	1	7	10	17
möglich richtige Antworten:	43	44	87	367	364	731
Angabe in %:	58,14%	59,09%	58,62%	63,22%	61,54%	62,38%
Differenz:	0,95%			-1,68%		
Gesamt:	272	289	561	2311	2365	4676
möglich richtige Antworten:	550	550	1100	4070	4070	8140
Angabe in %:	49,45%	52,55%	51,00%	56,78%	58,11%	57,44%
Differenz:	3,09%			1,33%		
nicht beantwortet:	51	70	121	307	289	596
möglich richtige Antworten:	499	480	979	3763	3781	7544
Angabe in %:	54,51%	60,21%	57,30%	61,41%	62,55%	61,98%
Differenz:	5,70%			1,14%		

CURRICULUM VITAE

PERSÖNLICHE DATEN

Name	Johanna Maria Schirmbeck
Geburtsdatum	29. Mai 1984
Geburtsort	Regensburg
Familienstand	ledig

SCHULBILDUNG

09/1990-07/1994	Grundschule Prüfening, Regensburg
09/1994-07/2003	Goethe-Gymnasium Regensburg, Abitur (Note 1,5)

HOCHSCHULBILDUNG

10/2003-09/2005	Studium der Humanmedizin, vorklinischer Abschnitt , Universität Regensburg, Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Note 2,5)
10/2005-11/2009	Studium der Humanmedizin, klinischer Abschnitt , Universitätsklinikum Regensburg, Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Note 2)
08/2008-07/2009	Praktisches Jahr

PJ-ABSCHNITTE

Chirurgie:	
08/2008-12/2008	Caritas Krankenhaus St. Josef, Regensburg
Orthopädie:	
12/2008 und 03/2009	Asklepios Klinikum Bad Abbach
01/2009-02/2009	Kantonsspital Bruderholz (BL), Schweiz
Innere Medizin:	
04/2009-07/2009	Ospedale di Bolzano/Krankenhaus Bozen, Italien

FAMULATUREN

02/2006-03/2006	Innere Medizin , Ospedale di Merano/Krankenhaus Meran, Italien
09/2006	Innere Medizin , Praxis Dr. Michael Müller, Regensburg
02/2007	Chirurgie/Unfallchirurgie , Praxisklinik Dres. Schindler und Gruber, Regensburg

FORSCHUNGSARBEIT

12/2005-12/2009 (voraussichtlich)	Dissertation: „Wird die Diagnostik einer Calcaneusfraktur durch die zusätzliche Beurteilung mit einer dreidimensionalen Darstellung der CT-Daten verbessert?“ Doktorvater: PD Dr. med. Bernd Kinner, Abteilung für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg
01/2008	Präsentation der Arbeit in der „Klinischen Forschungsklausur der Abteilung für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg“

10/2008	Präsentation der Arbeit bei dem „Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2008“ (Berlin)
2010 (voraussichtlich)	Veröffentlichung des wissenschaftlichen Artikels: „Quality of the interpretation of CT scans for evaluation of calcaneal fractures by residents and orthopedic trauma surgeons“
2010 (voraussichtlich)	Veröffentlichung des wissenschaftlichen Artikels: „Is there a need of 3D reconstructions of CT scans of calcaneal fractures?“

NEBENTÄTIGKEITEN

seit 05/1993	Ehrenamtliches Engagement in der Pfarrei St. Bonifaz/St. Georg, Regensburg
seit 12/2008	Sportmedizinische Betreuung eines gemeinnützigen Sportvereins, Regensburg

ZUSATZQUALIFIKATIONEN

04/2004-07/2004	Weiterführender Sprachkurs „Französisch“ an der Universität Regensburg
10/2005-03/2006	Zusatzkurs in Sportmedizin
01/2008-10/2008	Diverse Fortbildungsveranstaltungen im Bereich der Orthopädie und Unfallchirurgie

WEITERE KENNTNISSE

Fremdsprachen	Englisch (fließend) Französisch (gut) Italienisch (Grundkenntnisse)
EDV	MS Office

HOBBYS

Musik	Klavier, Chorgesang
Sport	Laufen (Halbmarathon), Radfahren, Wintersport
Weitere	Handwerkliches, künstlerisches Gestalten, Theater

Regensburg, den _____
Johanna Schirmbeck

Danksagung

Herzlich danken möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Bernd Kinner und meiner Betreuerin Dr. med., Dr. phil. Christina Roll, die mich in der Ausarbeitung meiner Doktorarbeit stets unterstützt haben.

Desweiteren danke ich Herrn PD Dr. med. Andreas Schreyer aus der Abteilung für Röntgendiagnostik des Universitätsklinikums Regensburg für die Bereitstellung aller benötigter CT-Bilder, die Bearbeitung der Datensätze und die Hilfe, die er mir für die Ausarbeitung des radiologischen Teils meiner Doktorarbeit gegeben hat.

Zuletzt ergeht mein Dank meiner Familie, die mir das Medizinstudium ermöglicht hat und mir mit Rat und Tat bei Seite stand, sowie meinem Freund Norbert Duckarm, der es immer verstand, mich zu motivieren und in jeglicher Art zu unterstützen.